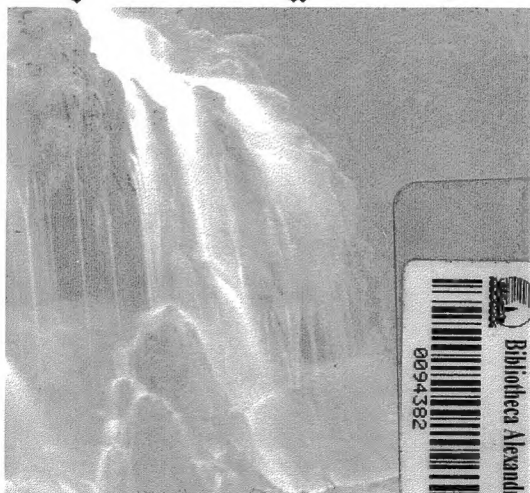


دائرة المعارف البيئية



تلوث المياه العذبة



تأليف

دكتور/ أحمد عبد الوهاب عبد الجواد



الدار العربية للنشر والتوزيع

تلوث المياه العذبة الزراعية

سلسلة
دائرة المعارف البيئية

تلوث البيئة العذبة

تأليف

الأستاذ الدكتور / أحمد عبدالوهاب عبدالجواد

أستاذ علم تلوث البيئة - جامعة الزقازيق



الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة

دائرة المعارف البيئية

تلوث المياه العذبة

الطبعة الأولى يناير ١٩٩٥

I. S. B. N 977 - 258 - 066 - 7

جميع حقوق التأليف والطبع والنشر © محفوظة

لدار العربية للنشر والتوزيع

٣٢ ش عباس العقاد مدينة نصر - القاهرة

ت: ٢٦٢٣٣٧٧ - ٢٦٢٥١٥٢

لا يجوز نشر أي جزء من هذا الكتاب، أو اختزان مادته بطريقة الاسترجاع، أو نقله علي أي وجه، أو بأية طريقة، سواء أكانت إلكترونية أم ميكانيكية، أم بالتصوير، أم بالتسجيل، أم بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر علي هذا كتابة، ومقدما.

• بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ •

ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت
أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا
لعلهم يرجعون

(صدق الله العظيم)

قرآن كريم

الروم : آية ٤١ .

تقديم

البيئة هي قضية اليوم؛ إذ تؤثر علي صحة الناس في القرية وفي المدينة، في الطريق وفي المصنع وفي الحقل. والبيئة هي قضية الغد؛ إذ تؤثر علي الموارد الطبيعية كالأرض وخصوبتها، والمياه وما فيها من ثروات سمكية. وليس الاهتمام بقضايا البيئة ترفاً يقصد إلي صون جمال ما حولنا ونقائه، ولكنه اهتمام يتصل ببقاء الإنسان وصحته، وإنتاج موارده، ويتصل كذلك بمسئوليته تجاه الأجيال التالية من أولاده وأحفاده.

السبيل إلي الاهتمام بقضايا البيئة هو المعارف التي تعين علي إدراك أبعاد هذه القضايا. ومن هنا يكون الترحيب كل الترحيب بهذه المجموعة النفيسة من الكتب العلمية التي تتناول قضايا البيئة بالشرح والتبيان العلمي الذي يجمع بين الوضوح والدقة. وهي معيزات نحمدها للمؤلف الأستاذ الدكتور/ أحمد عبدالوهاب عبدالجواد؛ الذي عكف علي دراسة قضايا البيئة دراسة حثلية في أرض مصر، ريفها وحضرها.

هذه المجموعة من الكتب العلمية التي تتناول قضايا البيئة من نواحيها المختلفة، تسد فجوة في المكتبة العلمية العربية؛ إذ سيجد فيها القاريء مادة للثقافة البيئية، وسيجد فيها طلاب العلم والباحثون زاداً علمياً يعينهم علي

التوسع والتعمق في البحث والدراسة ؛ ولذلك نحمد للدار العربية للنشر
والتوزيع نهوضها بواجب نشر هذه السلسلة التي يتألف منها - إن شاء الله -
دائرة للمعارف البيئية.

تحياتي للمؤلف، والناشر، وبعاء لهما بالتوفيق.

القاهرة يناير ١٩٩١ محمد عبد الفتاح القصاص

نبذة

عن مؤلف هذه السلسلة

مؤلف هذه السلسلة من الكتب هو الأستاذ الدكتور/ أحمد عبد الوهاب عبد الجواد أستاذ علم تلوث البيئة بكلية الزراعة بمشهور - جامعة الزقازيق فرع بنها - حاصل علي درجة الدكتوراه في فلسفة العلوم الزراعية عام ١٩٦٨ ، وحاصل علي درجة الدكتوراه علوم D.Sc. في تلوث البيئة عام ١٩٧٥ وفائز بجائزة الدولة التشجيعية في التربية البيئية عام ١٩٨٦، وفائز بمنحة ألكسندرفون هوم بولنت عام ١٩٧٤، ويعمل نائبا لرئيس الجمعية المصرية لعلوم السميات، وسكرتيرا عاما للجمعية القومية لحماية البيئة، وعضو مجلس بحوث البيئة باكاديمية البحث العلمي، وعضو بالجالس القومية المتخصصة وعضو في عديد من الجمعيات العلمية بمصر والخارج . قدم للمشاهدين المصريين من خلال شاشة التلفزيون المصري ٨٠ حلقة عن تلوث البيئة، وكيفية حمايتها، والآثار الجانبية الناجمة عن تلوث البيئة علي كل من الإنسان والحيوان، والنبات، وقام بنشر أكثر من ١٢٠ بحثا في مجال تلوث البيئة وحمايتها، وفاز بجائزة الأمم المتحدة للبيئة «جلوبال ٥٠٠» عام ١٩٩٢.

إهداء

**إلى كل من يعملون في صمت
أهدي هذا الكتاب**

أحمد عبد الوهاب

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية يوماً بعد يوم، ولا شك أنه في الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التي طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها، ولا ريب في أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافي وفكري للأمة نفسها، الأمر الذي يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلاباً وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين في سبيل جعل لغة العروية تحتل مكانتها اللائقة، التي اعترف المجتمع الدولي بها لغة عمل في منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها في أنحاء العالم؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت - فيما مضى - علم الأمم الأخرى، وصهرتها في بوتقتها اللغوية والفكرية. فكانت لغة العلوم والآداب، لغة الفكر والمخاطبة.

إن الفضل في التقدم العلمي الذي تنعم به دول أوروبا اليوم يرجع في واقعها إلى الصحوة العلمية في الترجمة التي عاشتها في القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد في العلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتاب المترجم عن العربية لابن سينا وابن الهيثم أو الفارابي وابن خلدون وغيرهم من العمالقة العرب. ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة العرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطوعة للعلم

والتدريس والتأليف، وأنها قادرة علي التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر علي التعبير. ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركي، ثم البريطاني والفرنسي، عاق اللغة من النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لا بد من أن تتغير، وأن جمودهم لا بد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء في إنماء اللغة وتطويرها، حتي أن مدرسة قصر العيني في القاهرة، والجامعة الأمريكية في بيروت درّست الطب باللغة العربية أول إنشائهما. ولو تصفحنا الكتب التي ألّفت أو ترجمت يوم كان الطب .. يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتباً ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب في ذلك الحين، سواء في الطب، أم حسن التعبير، أم براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسابت لغة المستعمر، وفرضت علي أبناء الأمة فرضاً، إذ رأي الأجنبي أن في خنق اللغة مجالا لعرقلة تقدم الأمة العربية. وبالرغم من المقاومة العنيفة التي قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبي فيما يتطلع إليه، ففتننا في أساليب التملق له اكتساباً لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون في قدرة اللغة العربية علي استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسي لجيشه الزاحف إلي الجزائر: «علموا لغتنا وانشروها

حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة».

فهل لي أن أوجه النداء إلي جميع حكومات الدول العربية بأن تباير - في أسرع وقت ممكن - إلي اتخاذ التدابير، والوسائل الكافية باستعمال اللغة العربية لغة تدريس في جميع مراحل لتعليم العام، والمهني، والجامعي، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية في مختلف مراحل التعليم ؛ لتكون وسيلة الاطلاع علي تطور العلم والثقافة والانفتاح علي العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ؛ نظرا لأن استعمال اللغة القومية في التدريس ييسر علي الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوي، وذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمي، وذلك يعتبر تأصيلا للفكر العلمي في البلد، وتمكينا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها في التعبير عن حاجات المجتمع. وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة، أو تكاد تتوقف، بل تُحارب أحيانا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية في سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الاستعمار في نفوسهم عقدا وأمراضا، برغم أنهم يطمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلي اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها في العالم لا يزيد علي خمسة عشر مليون يهوديا، كما أنه من خلال زياراتي لبعض الدول وإطلاعي وحيث كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف

فروع العلوم والآداب والتقنية، كاليابان، وأسبانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم
تشك أمة من هذه الأمم في قدرة لغتها علي تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة
العرب أقل شأنًا من غيرها؟!

وأخيرا .. وتمشيا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقا
لأغراضها في دعم الإنتاج العلمي، وتشجيع العلماء والباحثين علي إعداد
مناهج التفكير العلمي وطرائقه إلي رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا
الكتاب المتميز الذي يعتبر واحداً من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار
من الكتب العربية التي قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية
والعربية المختلفة.

وبهذا ننفذ عهدا قطعناه علي الماضي قدما فيما أردناه في خدمة لغة الوحي،
وقدما أراد الله تعالى لنا من جهد فيها.

صدق الله العظيم حينما قال في كتابه الكريم (وقل اعملوا فسيرى
الله عملكم ورسوله والمؤمنون، وستردون إلي عالم الغيب
والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون).

محمد درباله

الدار العربية للنشر والتوزيع

المحتويات

الصفحة	الموضوع
٢١	مقدمة.....
٢٥	الباب الأول.....
٢٥	البيئة المائية.....
٢٨	صور الماء.....
٣٠	الدورة المائية.....
٣٢	أهمية المياه.....
٣٦	آلاء كقاعدة بيئية.....
٣٧	استخدامات الماء.....
٣٧	الماء للغذاء.....
٤٢	الماء للتنمية.....
٤٤	الماء للطاقة.....
٤٥	الماء للتكنولوجيا.....
٥٠	حرب المياه في الشرق الاوسط...

الباب الثاني

- ٥٤ الموارد المائية في العالم
- ٥٤ الماء في الكرة الأرضية
- ٥٦ الاحتياجات العالمية لمصادر المياه
- ٥٦ الحاجة الى الماء ✓
- ٦٠ رفع كفاءة المياه
- ٦٢ نوعية المياه العذبة علي مستوي العالم
- ٦٣ تلوث الانهار في العالم
- ٦٤ تلوث مياه البحيرات وخزانات المياه
- ٦٤ الماء الأرضي
- إمكانات لتحقيق الحصول علي ماء ..
- ٦٦ شرب مأمون
- ٦٧ النظرة المستقبلية لمشكلة المياه والصحة
- ٧١ الباب الثالث
- ٧١ الموارد المائية المتاحة في مصر
- ٧١ (١) نهر النيل

١٣٦	١- الملوثات الكيميائية.....
١٤٢	٢- تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات
١٤٥	٣- تلوث البحيرات ببقايا المبيدات.....
	٤- تلوث لبحر الابيض المتوسط ببقايا
١٤٩	المبيدات.....
١٥١	٥- تلوث المحيطات.....
١٥٥	٦- التلوث بالعادن الثقيلة.....
١٦٦	٧- التلوث بالمواد المشعة.....
١٧١	٨- تلوث الخصاص.....
	٩- المشاكل البيئية الناجمة عن التلوث
١٧١	بالنفايات السائلة.....
١٧١	١٠- التلوث بالنفايات السائلة.....
١٧٦	١- التلوث بمياه الصرف الصناعي
١٨١	٢- التلوث بمياه الصرف الصحي
١٩٠	٣- التلوث بمياه الصرف الزراعي
	المشاكل البيئية التي تنجم عن اعادة

٧٤	٢- المياه الجوفية.....
٩٢	٣- الامطار والسيول.....
٩٦	٤- الموارد المائية الثانوية.....
٩٦	أ- مياه الصرف الزراعي....
١٠٠	ب - مياه الصرف الصحي..
١٠٢	ج - مياه البحر.....
١٠٤	الباب الرابع.....
١٠٤	١- تلوث المياه.....
١٠٧	٢- مراحل تلوث المياه.....
١٠٩	٣- الملوثات الطبيعية.....
١١٠	٤- الملوثات البيولوجية.....
١١١	٥- الاضرار الناتجة من التلوث البيولوجي.....
	أهم الطفيليات التي تلوث الماء والامراض
١١٦	التي تسببه.....
	الابعاد الصحية للمكانات المائية
١١٩	والصرف الصحي.....

١٩٧ استخدام مياه الصرف
٢٠٧ الامطار الحمضية

مقدمة

الماء هو الحياه ؛ فلا يمكن لأى كائن حي أن يعيش دون ماء . ولذلك فلا حياة بدون ماء . وإذا نظرنا حولنا لوجدنا أنفسنا نتعامل مع الماء الذى يعتبر من أثمن الأشياء - والذى بدونه لا يمكن أن نعيش - تعاملنا سيئا ؛ فنسىء استغلاله إلى أقصى درجة ممكنة . في الزراعة والصناعة وفي الاستعمالات الشخصية. تلوثه بأيدينا ، ومخلفاتنا ، ومخلفات حيا تنا ونحن نعلم تماما أن كل هذه الملوثات ستصل إلينا بطريق مباشر أو غير مباشر..

إن الماء النقي أصبح نادرا ، وإن الملوثات التي تصل إلى الماء اليوم أصبحت تكلفنا تكاليف باهظة سواء نتيجة آثارها الصحية الخطيرة على كل الكائنات وفى مقدمتها الإنسان ، أم نتيجة لمحاولة تنقيتها بالتكنولوجيات الحديثة .

إن العالم قد لوث كل مصادر المياه ؛ بدءا بالمحيطات والبحار والانهيار وانتهاء بالمياه الجوفية ومياه الامطار.

لقد أصبح ما يتناوله الإنسان من ملوثات يوميا خلال مياه الشرب والغذاء يشكل خطرا حقيقيا ، سواء بسبب الملوثات

البيولوجية أم الملوثات الكيميائية ، ويبدو ذلك جليا في ارتفاع عدد حالات الإصابة بالفشل الكلوي والكبدى والسرطان.

لقد أوضح العلماء أن كمية المياه العذبة التي في متناول استعمال الإنسان لا تتعدى جزئ من كل ١٠٠٠٠٠ جزئ مما هو موجود على سطح الكرة الأرضية. كما أن عملية تنقية المياه بعد تلوثها تعتبر من العمليات المكلفة للغاية ، وقد تدخل في نطاق المستحيل.

إن تلوث المياه في الوقت الحالى يؤثر على صحة البشر فهو المستول عن إمراض ١.٢ بليون أنسان في العالم ، وهو المستول عن موت ١٥ مليون طفل عند عمر أقل من ٥ سنين سنويا.

إن علماء العالم يحذرون من أن ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية سوف يؤثر في كميات المياه العذبة المتاحة في العالم ، وسوف يؤثر في التغير في مياه التربة ومريان المياه في الأنهار في أماكن مختلفة من العالم.

ان عدد سكان العالم - الذى كان عام ١٩٥٠ : ٢.٥ بليون نسمة - سيزداد بنسبة ١٥٠٪ ليصبح ٦.٣ بليون عام

٢٠٠٠ ، ويصبح ٨.٥ بليون عام ٢٠٢٥ . لقد أجمعت التقارير العالمية أن نصيب الفرد من المياه العذبة ينخفض عاما بعد عام ، وأن المشكلة تزداد تعقيدا عندما نعلم ان هذا النقص فى نصيب الفرد مصحوب بتلوث فى المياه يزداد أيضا عاما بعد عام.

إن معدل استهلاك المياه للفرد على مستوى العالم يتراوح بين ٢٠ و ٥٠٠ لتر في اليوم . ورغم ذلك فإن ٤٪ فقط من سكان العالم يستخدمون ما بين ٣٠٠-٤٠٠ لتر ماء في اليوم ، بينما يستخدم ثلثا سكان العالم - وغالبيتهم من أفريقيا وآسيا - أقل من ٥٠ لترا في اليوم .

هذا ويعبر عن مستوى الحياة بما يحصل عليه الفرد من المياه ؛ فعلى حين أن نصيب المواطن الأمريكي من الماء في العام ١٥٠٠ متر مكعب نجد ان نصيب المواطن الأوربي ٥٠٠ متر مكعب في السنة ، بينما متوسط نصيب الفرد في بقية أنحاء العالم ١٠٠ متر مكعب في السنة.

وسنحاول فى هذا الكتيب أن نلقى أضواء على نقطة المياه التى أصبحت تشغل بال العلماء ؛ سواء على المستوى العالى أو الإقليمى أو المحلى .

سنحاول جاهدين ان نلقى الضوء على نقطة المياه من حيث
الكم والكيف ، واضعين فى حسابنا أن هذه المشكلة مشكلة
عالمية وإقليمية وأيضاً محلية أصبح يقاسى من ندرتها أو من تلوثها
كل إنسان فى هذا العالم برغم قدراته الفائقة فى أبحاث غزو
الفضاء.

لقد أشارت معظم التقارير أن هناك بوادر حروب سيكون سببها
الرئيس هو نقطة المياه.

الباب الأول

البيئة المائية

AQUATIC ECOLOGY

تغطى المياه ٧٠٪ من سطح الكرة الأرضية ، ٩٧.٠٤٪ من هذه المياه تتواجد فى المحيطات والبحار والبحيرات المالحة ، بينما تمثل الكمية المتبقية (٢.٩١٪) المياه العذبة . وهذه المياه العذبة تتكون من ثلاثة أجزاء:

المياه الموجودة فى صورة جبال ثلج فى القطبين الشمالى والجنوبى، وهذه تمثل ٧٧٪ من الكمية ، بينما تتواجد ٢٢٪ فى صورة ماء ليس فى قدرة الإنسان الحصول عليه حيث يصل عمقه إلى ٨٠٠ متر تحت سطح الأرض، و١٤٪ من الكمية السابقة (٢.٩١٪) تتواجد فقط فى متناول الانسان فى صورة ماء أراضى أو صورة مياه سطحية كالأنهار والترع والمستنقعات.

هذا .. وتستخدم الزراعة فى العالم ٦٨.٩٪ من المياه العذبة المتاحة ، بينما تستهلك الصناعة ٢٧.٥٪. وسوف ترتفع

هذه النسبة عام ٢٠٠٠ لتصبح ٣٣,٢ ٪، حيث تقل كمية المياه المستخدمة فى الزراعة لتصل إلى ٦٣.٣ ٪، برغم أن المساحة المزروعة ستزيد من ٢٧٢ مليون هكتار عام ١٩٩٠ إلى ٣٤٧ مليون هكتار عام ٢٠٠٠.

وتختلف البيئات المائية اختلافا كبيرا فى محتواها من الكائنات الحية، فالمعروف أن كل متر مكعب من المياه يحتوى على ملايين من الكائنات الحية المائية المسماة بالهائمات النباتية ، وهذه الكائنات هي المسئولة عن امتصاص ثانى أكسيد الكربون واستخدام طاقة الشمس فى تمثيله ؛ حيث يتم إنتاج مواد غذائية نباتية ويتم إخراج الأكسجين اللازم لحياة الكائنات الحية، فالمعروف أن هذه الكائنات الحية النباتية توفر للكائنات الحية الموجودة فى الكرة الأرضية ٧٠٪ من الأكسجين اللازم للحياة وأى إضرار بهذه الكائنات .. يؤدى الى الاختلال فى سلسلة الغذاء ويؤدى إلى خفض استهلاك ثانى أكسيد الكربون وإنتاج الأكسجين.

كما أن هناك مجموعة أخرى من الكائنات الحيوانية - سواء أكانت حيوانات وحيدة الخلية أم حيوانات عديدة الخلايا - يطلق على هذه الكائنات اسم "الهائمات الحيوانية" ، وهى تتغذى على الهائمات النباتية والحيوانية وأية أضرار بهذه الكائنات .. يؤدى إلى

الإقلال من منظمات البيئة التى تقوم باستهلاك المواد الضارة الموجودة بالبيئة المائية ؛ ولذلك يعتبر العلماء أن أى إضرار بالكائنات الحية الموجودة فى البيئة المائية هو إضرار بالبيئة ككل.

فهناك توازن تام بين الكائنات الحية فى البيئة المائية . وأى إخلال بهذا التوازن يؤدى إلى إخلال فى نمو وتكاثر بعض الكائنات الحية . ولقد أشار العلماء إلى أن قتل هذه الكائنات فى البيئة المائية يعنى فى الحقيقة موت الحياة - فيها .

والمعروف أن الكائنات الحية فى البيئة المائية تستهلك كميات هائلة من ثانى أكسيد الكربون الناتج من النشاط الإنسانى، وأن أى إخلال بهذا التوازن من الكائنات يؤدى إلى إخلال فى عملية هدم تكوين المواد العضوية.

لقد اوضحت الدراسات أن ما تحويه المحيطات من ثانى أكسيد الكربون يقدر بنحو ٣٩ تريليون طن؛ أى ما يزيد على ٥٠ مثل ما يوجد بالجو . ويدخل المحيطات ويخرج منها نحو ١٠٠ بليون طن سنويا ؛ يحتجز منها نحو ٣ بلايين طن تعمل على النمو المعتدل فى الجو . ومن الممكن أن تصبح مياه المحيطات السطحية بمضى الوقت أكثر تشبعا بثانى أكسيد الكربون ؛ فتعجل من زيادة درجة حرارة الأرض.

والمعروف أن الأكسجين الموجود فى الماء يبقى ثابتا فى البيئة المائية ١٠ آلاف مرة قدر ثباته فى الهواء ؛ ولذلك يستخدم معدل الأكسجين فى الماء كدليل على الحياة فى البيئة المائية . وعادة ما يعزى عدم قدرة الكائنات الحية على تخليص البيئة المائية من الملوثات إلى النقص فى كمية الأكسجين ؛ نتيجة لتراكم السموم فى البيئة المائية وتأثيرها فى الهائمات النباتية المنتجة لهذا الأكسجين.

وعموما . فان الدراسات البيئية على البيئة المائية وتلوثها تعتمد على ثلاث حقائق :

١ -مقدار كمية المواد العضوية والمواد الغذائية والمواد السامة الموجودة فى الماء.

٢- معدل تحطم وهلم هذه المواد فى الماء.

٣- العلاقة ما بين الكائنات الحية والمواد غير الحية فى هذه المياه.

صور الماء

يتواجد الماء فى الطبيعة فى صور ثلاث : هى:

أ - الصورة الغازية : على هيئة بخار ماء ينتشر فى الجو.

ب- الصورة السائلة : على هيئة مياه سطحية وجوفية.

ج- الصورة الصلبة : فى صورة ثلج وتنتشر فى بقاع كثيرة من الكرة الارضية ، وخاصة فى جبال الثلج فى القطبين الجنوبي والشمالي ، وعلى قمم الجبال.

وبالإضافة إلى ذلك فإن الماء يوجد متحدا مع بعض المواد الأخرى : مكونا مركبات كيميائية عضوية وغير عضوية.

وتخزن المياه على كوكب الأرض فى خمسة مستويات ضخمة هى:

١- الغلاف الجوى: وهو الذى يحتوى على بخار الماء الذى يغذى المستودعات الأخرى بالمياه وتقدر كمية المياه بالغلاف الجوى ب ١٩.٠ مليون كيلو متر مكعب..

٢- المياه السطحية: وتشمل المحيطات والبحار المالحة وتقدر كمياتها فى العالم ب ٦٤٢٥ مليون كيلو متر مكعب. ومياه الأنهار وتقدر كمياتها ب ١٦.٠ مليون كيلو متر مكعب، والبحيرات العذبة وتقدر كمياتها ب ١٩.٠ مليون كيلو متر مكعب ، كما تشمل الثلوج القطبية وأعلى قمم الجبال وتقدر كمياتها ب

٥٦ مليون كيلو متر مكعب .

٣-مياه التربة: وهى توجد على هيئة طبقة رقيقة تغلف جيبات التربة، و يستعملها النبات في غذائه و في عملية النتح وتقدر كمية مياه التربة ب ٣٨.٠، مليون كيلو متر مكعب .

٤-المياه الجوفية: وهى المياه التى تتسرب وتتجمع فى جوف الأرض بفعل الجاذبية بعد أن تتشبع طبقات التربة التى تعلوها وتقدر كمية المياه الجوفية فى العالم ب ١٨.٧ مليون كيلو متر مكعب .

٥-المياه المخزنة فى أجسام الكائنات الحية:وهي المياه التى تتواجد في كل من النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة وفى الإنسان، والتى تسمى ب "المياه الحية" Biological water وتقدر كميتها ب ١.٠٠٠، كيلو متر مكعب.

الدورة المائية

يتحرك الماء فى صوره الثلاث من طبقات الجو العليا ومنها الى سطح الأرض ، ثم إلى باطنها ، رجوعا مرة أخرى إلى طبقات الجو العليا فى دورة لا نهائية تسمى ب "الدورة المائية".والتي يمكن

تلخيصها فيما يأتى :-

أ - يتحول جزء من مياه المحيطات والمسطحات المائية الأخرى ومياه الثلج إلى بخار ماء بفعل حرارة الشمس، ويتصاعد هذا البخار إلى طبقات الجو العليا؛ حيث يتم تكثيفه بفعل البرودة؛ ثم يتساقط مرة أخرى على وجه الأرض في صورة أمطار أو ندى أو ثلوج.

ب- تمتص الأرض - جزئيا أو كليا - المياه المتساقطة عليها، بينما يتدفق الجزء الباقي على هيئة مياه جارية فى شكل أنهار ووديان موسمية تصب فى محيطات أو بحار أو بحيرات داخلية أو أنهار؛ لتعيد الكرة وتتحول إلى بخار مرة أخرى. ويتوقف حجم المياه المتسربة إلى باطن الأرض أو الجارية على سطحها على تضاريس المنطقة ومدى نفاذية التربة التى تغطيها.

ج- تتسرب المياه على الأرض إلى اسفل بفعل الجاذبية، وذلك بعد أن تتشبع كل الطبقات التى تتخللها حتى تصل إلى سطح الماء الجوفى، وفى أثناء ذلك يتعرض جزء من هذه المياه للتبخر مرة أخرى خلال الطبقات العليا من التربة المتصلة بالجو الخارجى، أو خلال عمليات الثلج بعد امتصاصه بواسطة النباتات النامية على سطح الأرض.

د- تتحرك المياه فى الخزان الجوفى طبقا للمعادلات الهيدرولوجية الخاصة بالمخزانات . والماء الجوفى - عموما - أقل تعرضا للفقد بواسطة التبخر حيث تنبثق هذه المياه على هيئة ينابيع ، أو تتسرب لتغذى الوديان والأنهار، أو بواسطة الخاصية الشعرية عندما يكون مستوى الماء الجوفى قريبا من سطح الأرض.

هذا .. وبالرغم من أن كمية المياه المتداولة سنويا فى الدورة المائية ثابتة تقريبا.. فإن طرق توزيعها والتحكم فيها قد تخضع - فى كثير من الأحيان - لإرادة الإنسان ؛ بما يضمن الاستفادة القصوى من تلك الموارد فى الزمان والمكان المناسبين.

أهمية المياه

WATER IS LIFE

الماء هو الحياة

تبدو أهمية المياه فى قول الله تعالى "وجعلنا من الماء كل شئ حى" . فالماء تتكون منه خلايا الجسم ، وبوجود المياه يصل الغذاء إلى أنسجة الجسم المختلفة ، وبوجوده أيضا يتخلص الجسم من البقايا . الماء الذى ينزل من السماء هو مصدر الحياة ، حيث ينمو الزرع ، وتخضر الأرض ، وتدب فيها الحياة .. ولا حياة .. بدون ماء.

لقد أصبح القول المأثور " إن الماء هو الحياة " حقيقة واقعة؛
فهو ضرورة لكل أشكال الحياة الموجودة على سطح الأرض.

قول مأثور

لقد أشار العلماء إلي أن الرجل العظيم "باركراما باهو" Parkrama Bahu ملك سريلانكا قد وضع أساسا من أسس هندسة المياه ؛ حيث قال فى القرن الثانى عشر « لا تدع أية كمية صغيرة من مياه المطر تذهب إلى البحر دون أن يكون فيها نفع للإنسان ».

وبعد ثمانية قرون من هذا القول المأثور أقام علماء هندسة المياه آلافا من القناطر والسدود والقنوات ؛ من أجل توصيل المياه اللازمة لهم فى الوقت والمكان المناسبين ، إن أحسن الأمثلة لذلك سد أسوان والقناة الموجودة فوق القناطر فى كاليفورنيا ؛ حيث حولت الصحراء إلى خضرة . والحقيقة ان هذا الاعتقاد خاطئ . من جانب العلماء فان قدماء المصريين منذ أكثر من ٩٠٠٠ سنة قد وضعوا للبشرية اسس هندسة الري ، وهم أول من أقاموا السدود على نهر النيل ، وأول من أقاموا المقاييس ، وأول من وضع نظام للرى بالراحة حتى أن أسس هذه الهندسة المائية تدرس فى جميع جامعات العالم المتحدين.

أهمية المياه :

تتعدى أهمية الماء دورها فى حياة الإنسان - سواء لإنتاج الغذاء أم لدورها فى عملية الطبخ أو عملية التنظيف - إلى أهميتها كمصدر للحياة . ورغم أنها العامل الرئيسى المحدد لإنتاج الغذاء اللازم لهذا العدد الهائل من البشر فى العالم .. فإن حاجة ٥ بلايين شخص فى العالم إلى هذه المياه مهمة جداً ، وخاصة للأجيال القادمة .

لقد كان عدد سكان الكرة الأرضية عام ١٩٥٠ . هو ٢٥٠ مليون نسمة . ومن المنتظر أن يزيد إلى ١٥٠ ضعفا بحلول عام ٢٠٠٠ : ليصل إلى ٦٣٠ مليون شخص بزيادة قدرها ٩٥٪ فى الدول النامية . وتعنى زيادة السكان زيادة فى التحول إلى الحياة .. الحضرية : فبينما كانت نسبة الحضر عام ١٩٥٠ هى ٢٩ ٪ فمن المنتظر أن تتضاعف عام ٢٠٠٠ لتصبح ٤٧ ٪ .

ومن المنتظر أن تزداد عدد المدن التى تحتوى على أكثر من مليون شخص من ٧٨ مدينة ليصل عددها إلى ٤٠٨ مدينة عام ٢٠٠٠ . والمدن التى يزيد عدد سكانها على ١٠ مليون سيزيد عددها من ٣ مدن (اثنتين فى الدول المتقدمة وواحدة فى الدول النامية) ليصل عددها إلى ٢٢ مدينة (٤ فى الدول المتقدمة و ١٨

في الدول النامية) عام ٢٠٠٠ . وسوف يستتبع ذلك زيادة الطلب على المياه المأمونة للشرب لهذا الكم الهائل من البشر.

إلا أنه يجب ألا يغيب عن صانع القرار أنه عندما نتكلم عن الماء وأهميته يجب أن يكون ذلك مرتبطاً بالصرف الصحي. لقد نالت مشكلة المياه والصرف الصحي اهتمام الأمم المتحدة من خلال عديد من اجتماعات القمة والاجتماعات الدورية؛ فالجميع يعلم أن نظافة الماء والاهتمام بعمل مشكلة الصرف الصحي يعنى - فى المقام الأول - الحفاظ على صحة المواطنين ، وكذا تقليل نسبة الوفيات والإعتلال والمرضى فى الأطفال .

- وفى السبعينيات كان واحد فقط من كل ثلاثة فى دول العالم الثالث هو الذى يتوفر له الماء والصرف الصحي ، بينما كانت ١٠٪ فقط من البشر (فى قرى هذه الدول) هى التى تتمتع بماء يصلح للشرب وإمكانات صرف صحى . وفى هذا العقد مات أكثر من ٦ مليون طفل سنويا ونصف السكان كانوا يصابون بالطفيليات فى الدول النامية

وفى ذلك الوقت اهتمت الأمم المتحدة وهيئة الصحة العالمية بضرورة وضع مخطط حتى عام ٢٠٠٠ : من أجل الحفاظ على صحة الإنسان ؛ بتوفير الماء والصرف الصحي.

ويعتبر العلماء أن عقد الثمانينيات هو العقد المفقود (Lost decade) : حيث لم تقدر البشرية عمليا أن تحقق للإنسان ما توقعه عندما خطط لذلك في عقد السبعينيات ؛ لتحسن صحة الإنسان عن طريق توفير الماء النظيف والصرف الصحى الجيد. ويرجع هذا التدهور الشديد إلى العقبات الاقتصادية والسياسية. أما عن عقد التسعينيات فلقد اعتبره العلماء عقد الفرص (Decade of opportunity).

الماء كقاعدة بيئية

Water as an ecological base

تتكون النظم البيئية Ecosystems من مكونات حية ومكونات غير حية. والمكونات الحية تتكون من ثلاثة أنواع من الأحياء : أحياء منتجة Producers ، وأحياء مستهلكة Consumers وأحياء محللة Decomposers. أما المكون غير الحي فيتكون من الماء ، والهواء ، والتربة ، والمواد الغذائية ، والمعادن ، والمواد العالقة ، والمواد العضوية المتحللة الذائبة. والحدود التى تحدد النظم الطبيعية Natural ecosystem يطلق عليها "البيئة".

استخدامات المياه

الماء للغذاء

إن معظم الأراضي في العالم (٨٣ ٪) يتم ريها عن طريق الأمطار وتلعب الأمطار دورا هاما في عملية إزالة الطبقة السطحية المخصبة من التربة. أما الري عن طريق مصادر المياه السطحية فعادة ما يساء استخدامه ؛ حيث يقوم المزارع باستخدام كميات هائلة من المياه التي لا يدفع ثمنها غالبا . وغالبا ما تكون هذه المياه ملوثة بفعل الإنسان.

هذا .. و لاسبيل لتكوين التربة الزراعية - التي يستغلها الإنسان لاستنبات غذائه وعشبهه، ولإنتاج لحومه - إلا عن طريق فعل المياه باليابسة، ثم بما تحمل من الماء ، وماترسب من غرين وطمى ودبال، لكي تتكون التربة وتصبح صالحة للزراعة .

والماء هو المسئول الأول عن خصوبة التربة ، حيث يوفر الظروف البيئية اللازمة للكائنات الحية المسئولة عن خصوبتها . كما أن المصادر المائية تمد الانسان بكميات هائلة من البروتين في صورة أسماك . ولقد ازداد وزن الأسماك وغيرها من الغذاء المستمد من

البحر - فى الفترة من عام ١٩٤٦ إلى ١٩٦٨ - من ٢٠ مليون طن إلى ٦٤ مليون طن، زادت إلى أكثر من ذلك بكثير فى السبعينيات.

والواقع أن العالم فى سنة ٢٠٠٠ سيصبح فى حاجة إلى ١٥٠ مليون طن من الغذاء البحرى من أجل إطعام سكانه، وهو قدر يزيد بمقدار ٧٠٪ إلى ٨٠٪ عما نحصل عليه من البحر الآن، فهل يمكن للإنسان أن يتوقع حصوله على هذه الزيادة عن طريق تكثيف الصيد فحسب ؟ أم لابد من دراسة وبحث، ونقله فى طريق الإنسانية، بمثل نقلة الإنسان الأول من الحصول على (المحصول) الطبيعى بالصيد، إلى الزراعة؟

على الإنسانية اليوم أن تتنقل بحاجتها من الغذاء البحرى من الصيد إلى الزراعة أيضا، ولكن فى البحر هذه المرة، ولن يكون حرثا فى البحر ، ولكن جنيا وحسن استغلال، وصدق من قال «وجعلنا من الماء كل شئ حيا».

هذا .. وتوضح المتوسطات الدولية أن ما يحصل عليه الفرد يوميا من بروتين الأسماك هو ٤٪ من مجموع كمية البروتين التى يستهلكها وقدرها ٥٣ جراما يوميا ؛فيكون احتياجه اليومى من

بروتين الأسماك هو ٢,١٢ جرام يوميا؛ وإذا كانت نسبة البروتين في السمك ٨٪ فإنه يلزم للشخص يوميا ٢٦,٥ جراما من الاسماك ؛ أي إن المتوسط الدولي لاستهلاك الاسماك ٩,٦٧ كيلو جرام سنويا.

فإذا أخذنا في الحسبان أن عدد سكان مصر سوف يبلغ ٦٩ مليون عام ٢٠٠٠ وأن متوسط استهلاك الفرد سيكون ١٠ كيلوجرامات من الاسماك.. فإننا سوف نحتاج إلى ٦٩٠ ألف طن سمك سنويا. ولا سبيل إلى ذلك إلا الامتزاز السمكي ، وتحسين وسائل الصيد.

وتشير بعض التقديرات إلى إمكانية إنتاج ٦٠٠ ألف طن من المصادر الذاتية عام ٢٠٠٠ كما هو مبين بجدول (١) . وبين جدول (٢) ضعف إنتاج مصائدنا في كل من البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط . كما يبين جدول (٣) مساحات البحيرات الشمالية وإنتاجها المقارن والمستهدف ، بينما يبين جدول رقم (٤) مخطط الامتزاز السمكي والمستهدف منه عام ٢٠٠٠.

جدول (١) : تقديرات كميات الاسماك ونصيب الفرد حتي عام ٢٠٠٠.

السنة	الانتاج المحلي	المستورد	متوسط نصيب الفرد كجم سنة
١٩٦٥	٩٨٨٠٠	٦٧٠٠	٣ر٥
١٩٧٥	١١٧٧٠٠	٢٢ر٥٠٠	٤٠
١٩٨٥	٢٠٠ر٠٠٠	٦٥ر٠٠٠	٦٠
٢٠٠٠	٦٠٠ر٠٠٠	١٠٠ر٠٠٠	١٠٠

جدول (٢) : انتاج مصايدنا من البحر الابيض المتوسط والبحر الاحمر.

منطقة الصيد	الانتاج بالطن	المستهدف
	عام ٨١	عام ٢٠٠٠
البحر الابيض المتوسط	١٨٥٠٠	٣٠٠٠٠
البحر الاحمر	٢,٥٠٠	٥٠٠٠٠

جدول (٢) : مساحات البحيرات الشمالية و انتاجها و المستهدف عام ٢٠٠٠.

اسم البحيرة	المساحة الحالية	انتاج عام ٨١	المستهدف عام ٢٠٠٠
	بالفدان	بالطن	بالطن
المنزلة	٢٨٠٠٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠
البرلس	١٣٦٦٠	١٥٠٠	٤٠٠٠
ادكو	١٦٠٠	٥٠٠	٥٠٠
مربوط	١٥٠٠	٦٠٠	٥٥٠

جدول (٤) : مخطط الاستزراع السمكي و المستهدف حتي عام ٢٠٠٠.

البيان	المساحة بالفدان	المستهدف عام ٢٠٠٠
خطة الدولة بمجهزاتها الذاتية	٣٠٠٠	٣٥٠٠
خطة الدولة بالتعاون مع البنك الولي	٣٠٠٠	٣٥٠٠
خطة أدولة بالاشتراك مع هيئة		
المعونة الامريكية	٥٠٠	٥٠٠
مراعي و مزارع شاطئية اهلية	٩٠٠٠	

والماء للتنمية

بدون الماء لا يتم تقدم، سواء كان زراعيا أم صناعيا أم إجتماعيا ؛ ولذلك فالمعركة مشتركة في العالم كله، من أجل توفير الماء. فالماء ضروري للزراعة؛ إذ إن ٨٣٪ من الأراضي الزراعية في العالم تروى عن طريق الأمطار. ويبين جدول (٥) مدى تطور استخدام المياه في الزراعة والصناعة والاستخدام الآدمي .

إن ما يحتاجه إنتاج كيلوجرام من البرسيم هو ١٥-٣ امتار مكعبة من الماء ، بينما يحتاج الكيلو جرام من نبات القطن الى ٤-٦. مترا مكعبا من الماء . ويحتاج إنتاج كيلو جرام من نبات الفول السوداني الى ٦-٨. مترا مكعبا وبالنسبة للأذرة يحتاج الكيلو جرام إلى ٨-١٦ مترا مكعبا اما بالنسبة للارز فيحتاج إلى ٧-١١ مترا مكعبا ماء ويحتاج إنتاج كيلو جرام من القمح إلى ١٣٢ جالونا من الماء بينما يحتاج إنتاج كيلو اللحم الى ٥٥١٢ جالون ماء. ويحتاج إنتاج كيلو اللبن إلى ٢٢٠٥ جالون ماء.

فالماء لازم للصناعة أيضا، كما أنه ضروري للإمداد بالمادة الخام، ويلزم كمادة ضرورية مساعدة في تكنولوجيا الصناعة ذاتها.

ولا تستقيم صناعة إلا بالمياه، بها ومعها، حتى وإن لم تكن إحدى خاماتها. ولزومها للإمداد بالخامات، يتمثل في توفير مصادر للخامات، بعد أن تعز الوفرة فوق اليابسة، أو تصعب الموارد.

ويكشف علم المحيطات عن ثلاثة مصادر للمعادن البحرية، هي من المواد الذائبة في مياه البحر، أو بالترسيب الصلب وغير الصلب على الأرضة القارية. أو من الطبقات المترسبة ودرجة التركيز في الأعماق. وفيما يلي مثال على الوفرة والكثرة نسوقه لمحتوى الكيلو متر المكعب من مياه البحر من بعض المعادن:

٣٥ ألف طن من الملح، ٦٦ ألف طن من البسوم، و ٥٠ طنا من اليود، و ٣ أطنان من القصدير، و طن واحد من التيتانيوم، وأكثر من أربعة كيلو جرامات من الذهب، وهكذا ٠٠. ولقد قدر أن محتوى مياه البحار من الذهب يصل إلى نحو خمسة ملايين طن من الذهب، وهكذا، فانظر ماذا يحتويه البحر من المعادن الأخرى؟
وكم يقدم للصناعة والتنمية من مواد خام؟!

أما لزوم الماء كضرورة مساعدة في التنمية والصناعة، فأمره غير ذي نكر، إذا عرفنا أنه لإنتاج لتر واحد من البترول يلزم عشرة لترات من الماء، وإنتاج علبة من الخضر المحفوظة يلزم ٤٠ لترا،

ولإنتاج كيلو جرام واحد من الورق يلزم مائة لتر، والصوف والأسمنت و... حتى الصلب يلزم لإنتاج طن واحد منه ٢٠ ألف لتر من الماء .

إن تصنيع طن من المطاط الصناعى يحتاج إلى ٢٠٠ متر مكعب ماء ، بينما يحتاج إنتاج طن من الألمونيا إلى ١٠٠٠ متر مكعب ماء . وإنتاج طن من الألبياف الصناعية نحتاج إلى ٥٠٠٠ متر مكعب ماء . بينما يحتاج طن واحد من النيكل إلى ٤٠٠٠ متر مكعب ماء .

والماء للطاقة

قدر Turner وآخرون عام ١٩٩١ قدرة وحدات الطاقة الكهربائية عن طريق المصادر المائية بما يعادل ٢٩٠ جيجاوات ؛ أى ما يساوى ٢٤٪ من كمية الطاقة الكهربائية المنتجة فى العالم . ولقد ارتفعت كمية الطاقة إلى ٥٤٢ جيجاوات عام ١٩٨٤ ، وأصبحت تكون ٢٣٪ فقط من كمية الطاقة الكهربائية المنتجة فى العالم . وفى عام ١٩٨٨ أصبحت تمثل ٧٪ فقط من كمية الطاقة الكهربائية هي طاقة مائية.

تبلغ كمية المياه المستخدمة فى الصناعة وإنتاج الطاقة

على مستوى العالم ٦٧٠ كيلومتر مكعب كما رأينا، والماء مصدر الحياة، ومصدر الغذاء، ومصدر - كذلك - للتقدم فى الصناعة والنماء، وهو كذلك للطاقة مصدر كبير ومخزون وفير، بل متجدد لا ينضب . يقول (الارى)، مدير المركز القومى لاستغلال المحيطات فى أمريكا: إن اندماج الذرات الخفيفة، نظائر الايدروجين (الديتريوم والتريتيوم) لم يتحقق إلا فى القنبلة الذرية، بفضل بداية الحركة التى مصدرها القنبلة. إلا أن البحوث المستمرة حول الاندماج الذى يمكن السيطرة عليه، فى جميع البلاد المتقدمة، والوصول إلى نهايتها - قرب نهاية هذا القرن، سيجعل من المحيطات مستودعا للطاقة لا ينضب.

إن هذه المواد الأولية التى لا تقاس إلا بالجرامات - من أجل إنتاج الطاقة - توجد بملايين الأطنان فى المحيطات . . أليس ذلك - إن عاجلته التكنولوجيا الحديث بالبحث والدراسة -، مصدرا للطاقة لا ينضب .. وخاصة أن مصادر الطاقة الحالية تؤذن بنفاذ..

والماء للتكنولوجيا

فالعريب حقا، أن تنفق ألوف البلايين من الجنيهات على أبحاث الفضاء وغزوه، بغية كشف أسرارهِ، بينما الأرض - التى

عليها نولد ونحيا ونموت - ، لم تزل ببعض أسرارها علينا ضمنية. ولعل من أخطر أسرارها، الشح الذى تعانيه الحياة على سطحها فى الغذاء والماء العذب، حتى أصبح الجوع والعطش من أشد ما يخشاه الإنسان اليوم.

وحين تستعرض الدول المتقدمة فنونها التكنولوجية فى الفضاء وماإليه، فإن مشكلة كمشكلة الماء العذب، وتوفره تفرض نفسها بارزة فوق ماعداها من مشكلات أخرى كثيرة، فهناك اليوم ملايين وملايين من الأتفس يتطلعون إلى وجبة غذاء كاملة، وبالماء العذب يتوفر ذلك.

فمجال الماء لم يزل بكرا، وللتكنولوجيا الحديثة والعلم الحديث، دور كبير فى ذلك.

- فاستخراج الغذاء من الأعشاب المائية والهائمات (حيوانية ونباتية) واستزراع الأسماك وماإليه، كلها أمور مطروحة.
- واستخراج المعادن والبتترول والثروات من الأعماق البعيدة للمحيطات والبحار، أمور أيضا مطروحة.
- وتوفير المياه العذبة من خضم البحار والمحيطات، أصبح كذلك

أمرا مطروحا، بل ومن أحلام المستقبل.

- باختصار.. إن البحر والمحيط هما المستودع الكبير لكل احتياجات البشرية فى كل أمورهما، ولا استمرار تطورها وحضارتها ورفاهيتها .. والعلم الحديث، والتكنولوجيا الحديثة، هما مفتاحا هذا الرصيد والسبيل إليه.

فى بداية عام ١٩٧٧ عقد مؤتمر الأمم المتحدة للمياه فى الأرجنتين؛ اجتمعت الدراسات التى أجرتها الأمم المتحدة ومنظماتها المتخصصة على احتمال مواجهة العالم لأزمة كبيرة فى المياه العذبة وصفتها هذه المنظمات العالمية بأنها أخطر من أزمة الطاقة؛ حيث أمكن - ويمكن - إيجاد بدائل للبترول فى إنتاج الطاقة ، لكن ليس هناك بديل للماء العذب فى استخدامات البشر، بل وكل كائن حى كمصدر للحياة، ثم كمصدر للرفاهية بما له من دور فى الصناعة والزراعة والطاقة .

من هنا كان لابد للعالم من أن يعرف كيف يتحكم فى موارده من المياه العذبة بالذات؛ لتفى باحتياجاته المتزايدة، ولتجنب حدوث أزمة عالمية فى المياه خلال العشرين عاما القادمة. فبرغم أن دورة المياه فى الطبيعة تعطى من الماء العذب أكثر مما

يحتاج اليه الإنسان، إلا أنه يبقى على هذا الإنسان، أن يعمل
ويفكر لحسن استغلال هذه الثروة والمحافظة عليها.

أن مساحة المحيطات والبحار المالحة تبلغ
١,٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كيلو متر مربع .. وهذه النوعية لا يمكن
استخدامها في الشرب أو في الري، وهي تشكل ٩٧,٣٪ من كل
ما على سطح الأرض من مياه.

وفي كل عام يتبخر من البحار ٤٥٣ ألف مليار متر مكعب
من المياه . يسقط منها على شكل أمطار على مساحة البحار
والمحيطات ثمانية ٤١٢ ألف مليار متر مكعب ، ويسقط على
اليابسة ٤١ ألف مليار متر مكعب : فتكون الأنهار والمياه الجوفية.
ولقد قدر أن الاستفادة فعلا من ذلك الحجم لا يتعدى ١٤
ألف مليار متر مكعب تقريبا في السنة : بما يعادل ١٠٪ فقط من
الموارد. ويكون الفاقد عندئذ ٩٠٪.

إذن فهي مشكلة Quantity والمشكلة أيضا ذات شقين ..
فلئن كان العجز شقها الأول، فالتلوث شقها الثاني Quality ؛
فالماء عندما يشوبه التلوث يصبح مصدرا خطرا للأمراض .. بل
والموت أحيانا. والتلوث موجود بالطبيعة وبخاصة في البلاد الفقيرة،

إلا أنه أيضا وجد وزادت حدته بظهور الصناعة.

إن التكنولوجيا يمكنها ان تحل مشكلة التلوث - ولكن دراسات العلماء التي اذيعت عام ١٩٩٢ توضح انه لو جمعوا ميزانيات جميع دول العالم للصرف منها لاعادة البيئة الي ما كانت عليه فان كل هذه الميزانيات لن تكفي ذلك - ان تكنولوجيا حماية البيئة مرتفعة التكاليف للغاية.

ويقول التعليق في كتابه: «إذا كان الماء نتنا لا يشربه أحد فهو آسن .. وإذا أجمعت فيه الملوحة والمرارة فهو أجاج .. وإذا كان فيه شيء من العذوبة ويشربه الناس فهو شريب .. أما إذا كان دون ذلك في العذوبة ولا يشربه الناس إلا عند الضرورة وقد تشربه البهائم، فهو شروب .. وإذا كان الماء عذبا فهو فرات .. وإذا كان سهلا سائغا متمسلا في الخلق من طيبه فهو سلسل أو سلسال .. وإذا جمع بين الصفاء والعذوبة والبرودة فهو زلال .

حرب المياه في الشرق الأوسط

«الحرب القادمة في منطقة الشرق الأوسط سوف تكون حرب المياه وليست حرب السياسة» هكذا قال الدكتور بطرس غالي.

لقد قالت مائير «إذا لم يكن الناس في منطقة الشرق الأوسط عاقلين لمناقشة حل لمشكلة أمن المياه فإن الحرب لن يمكن تجنبها».

إن الوطن العربي يواجه نمو سكاني متعاطما وتدهورا بيئيا واعتداء علي حقوقه المائية. وجميع هذه العناصر تقود بالضرورة إلي أحد مقومات الأمن القومي العربي وهو الأمن المائي الذي يشكل عماد الامن الغذائي . وإن اتكشف أننا الغذائي والمجهنا إلى استيراد المواد الغذائية فالماء لا يستورد وهو خلافا لجميع مقومات الأمن القومي الشامل ينبع في أرضنا أو يمر فيها ونحن نستعمله أو نفرض الطرف عن الدفاع عنه..

والصراع خطيرين دول المنطقة التي تنفجر فيها المشكلة السكانية ؛ما يدفع دول المنطقة إلى البحث عن الماء والغذاء لسد أفواه هذه الأعداد الهائلة من البشر.

إن هناك صراعاً خفياً خطيراً - بين كل من إسرائيل والأردن وسوريا - على حوض نهر الأردن. ولقد قامت إسرائيل فعلا

باستعمال ٩٥٪ من المياه المتجددة فى هذا الحوض ؛ حيث زادت من استهلاكها للماء ستة أضعاف ما كانت تستهلكه عام ١٩٤٨. وفى أقل من عقد سوف يصل العجز فى الماء فى إسرائيل إلى ٣٠٪. ورغم أن مزارعى إسرائيل من أفضل مزارعى العالم فى ترشيد استخدام المياه فسوف يحدث مثل هذا العجز.

إن مشاريع الأردن تحتم عليها زيادة احتياجاتها من الماء ٥٠٪ عام ٢٠٠٥. وحاليا توجد بوادر كارثة لعدم توفر المياه اللازمة للمزارع ،ولحاجة المواطنين الذين يتكاثرون بمعدل ٣,٦٪ سنوياً ؛ وهو أعلى زيادة فى العالم.

و الشيء نفسه سوف يحدث لسوريا ولكن عام ٢٠٠٠. هذا وسوف يناقش الفلسطينيون - الموجودون فى منطقة جازا - الإسرائيليين فى استهلاك المياه الجوفية ؛ إذ إن عملية سحب المياه الجوفية بهذه الكيفية سوف تؤدى إلى دخول مياه البحر إلى هذه المناطق مسببة أخطاراً مميتة للزراعة.

والحرب المتوقعة الثانية ستكون بين سوريا والعراق وتركيا، حيث يوجد صراع حالياً على حوض مساحته ٤٣٠,٠٠٠ ميل مربع ، وإذا أقامت تركيا سد أتاتورك فإن الكارثة سوف تحدث لكل من سوريا والعراق ؛ حيث ستؤدى إقامة هذا السد إلى انخفاض ما

سوف يصل من المياه للعراق إلى أقل من احتياجات البلاد. وتقوم تركيا حالياً بدراسة فكرة إنشاء أنبوتى السلام واللتن عن طريقهما سيتم إرسال المياه إلى كلتا الدولتين بالثمن.

أما فى مصر فالوضع متغير؛ فان هذه الدولة التى بها ٥٩ مليون مواطن لا تعتمد على مياه الأمطار دائماً؛ وإنما تعتمد تماماً على نهر النيل الذى يشاركها فيه عشر دول - ٨٠٪ من المياه ، تصل من النهر الأزرق من أثيوبيا ، و ٢٠٪ من النهر الأبيض الوارد من بحيرة فكتوريا فى تنزانيا.

وطبقاً لاتفاقية السودان عام ١٩٥٩ فان مصر تحصل على ٥٥,٥ بليون متر مكعب من المياه . وحاليا تقوم أثيوبيا بعمل خطط تنمية سوف تخفض من كمية المياه الواردة من النيل الأزرق لكل من السودان ومصر بما يوازى ٥,٤ بليون متر مكعب مياه . وخلال المدة من عام ١٩٨٤ - ١٩٨٥ - التى حدث بها الجفاف -انخفض ما يصل بحيرة السد العالى إلى ٣٨ بليون متر مكعب ماء ؛ وهو رقم أقل كثيراً مما تحتاج إليه مصر ، واستطاعت مصر أن تعوض ذلك عن طريق ما هو مخزون فى بحيرة السد العالى.

ومن المنتظر أن تقوم السودان ببعض المشاريع التى يمكنها أن تحجب عن مصر ١٠٪ من المياه ؛ مما سيسبب أخطارا بالغة لمصر

التي يزيد عدد أفرادها مليون كل ٩ أشهر. وليس أمام مصر بديل إلا ترشيد استخدام المياه.

ان تحليل الوضع المائي في الوطن العربي يكشف ان مشكلة المياه العربية بالغة التعقيد حيث تبرز احصائيات الفقر المائي للوطن العربي . وهو فقر سوف يبلغ في وقت قريب حد الخطر مع الضغط السكاني المتزايد علي الموارد المحدودة. فاذا اضفنا الي ذلك المطامع الاقليمية في المياه العربية وحقيقة ان ٦٧٪ من الموارد المائية التي تجري في الارض العربية تنبع من خارجها ، اتضح لنا مدى حدة الأزمة التي تنتظر الوطن العربي في السنوات القادمة. وبين الجدول (٥) الاحتياجات المائية العربية حتي عام ٢٠٣٠ طبقا لبيانات المركز العربي لدراسات المناطق الجافة عام ١٩٩١

جدول ٥ : الاحتياجات المائية العربية حتي عام ٢٠٣٠.

الاحتياجات بالمليار م ^٣ /سنة				
٢٠٣٠	٢٠٢٠	٢٠١٠	٢٠٠٠	
الاحتياجات علي اساس				
٦١١	٤٩٧	٤١٧	٣٦٢	الزيادة الحالية للسكان
٢٥٩-	١٩٩-	١٧٢-	١٥٥-	العجز المائي المتوقع

الباب الثاني

الموارد المائية فى العالم

الماء فى الكرة الأرضية

تغطى المياه ٧٠٪ من سطح الكرة الأرضية. ويتواجد الماء إما فى صورة بخار فى شكل ضباب وسحب وندى ، وإما فى صورة سائلة فى شكل أمطار أو مياه سائلة فى المصادر المائية ، وإما فى صورة صلبة على صورة جبال ثلج فى القطب الجنوبي والشمالي. و تبلغ كمية المياه فى الكرة الأرضية ١٥٠٠ مليون كيلومتر مكعب ماء ؛ منها ١٤٢٥ مليون كيلومتر مكعب ماء مالحة فى البحار والمحيطات والبحيرات المالحة ، بينما تبلغ كمية المياه العذبة فى الكون ٧٥ مليون كيلومتر مكعب منها ٥٨ مليون كيلومتر مكعب ، موجودة فى صورة جبال ثلج بينما المتاح من المياه العذبة السائلة هو ١٩ مليون كيلومتر مكعب منها ١٨٧ مليون كيلومتر مكعب فى صورة مياه أرضية ١٩. و مليون كيلومتر مكعب فى صورة بحيرات،

و٠.١٨ مليون كيلومتر مكعب فى صورة أنهار. ومنها ٠.٣٨ مليون كيلومتر مكعب ماء فى التربة ومنها ٠.١٩ مليون كيلومتر مكعب فى صورة بخار وضباب وسحب . وأخيرا تحتوى كل الكائنات الحية على ٠.٠٠١ مليون كيلومتر مكعب ماء.

هذا وتستخدم ٦٨,٩ ٪ من المياه العذبة المتاحة للإنسان فى الزراعة ، بينما تستهلك الصناعة ٢٧,٥ ٪ . وسوف ترتفع هذه النسبة عام ٢٠٠٠ لتصبح ٣٣,٢ ٪ ، وستقل كمية المياه المتاحة للزراعة فى العالم إلى ٣٣,٢ ٪ ، برغم أن المساحة المنزرعة ستزيد من ٢٧٢ مليون هكتار عام ١٩٩٠ إلى ٣٤٧ مليون هكتار عام ٢٠٠٠.

وبالرغم من أن متوسط استعمال الإنسان للماء يتراوح بين ١٠ لترات و ٣٥ لترا فى المناطق الريفية فى العالم فان هذا الرقم يرتفع ليصل إلى ٤٠ لترا - ٣٠٠ لتر فى المناطق ذات المستوى المعيشى المرتفع . وبينما تدخل خدمة المياه النقية فى العالم لتوفر الماء النقى لـ ١٣٤٨ مليون شخصا نجد أن ٧٤٨ مليون فقط تتوفر لهم وسائل خدمات صرف صحى . ولقد انخفض عدد الأفراد المعرومين من المياه النقية فى العالم من ١,٨ - ١,٢ بليون شخص خلال هذا العقد.. والمعروف أن عدم توفر مياه صالحة نقية

للمشرب .. يؤثر تأثيراً خطيراً على الصحة . وخاصة صحة الأطفال.
نتيجة لكارثة الاقتصاد العالمية عام ١٩٨٠ - والتي أثرت
على مشكلة توفير مياه صالحة للمشرب وصرف صحي مناسب
للعالم - لم يتمكن العالم للآن من حل هذه المشكلة حتى إلى
ماكانت عليه ؛ من أجل الحفاظ علي صحة الإنسان في العالم.

الاحتياجات العالمية لمصادر المياه في المستقبل وطرق إدارتها

**Future trends in Water Resource Development
and Management**

الحاجة إلى الماء Demand for water

تبلغ كمية المياه العذبة الصالحة للمشرب في العالم ٤١,٠٠٠
كيلومتر مكعب سنوياً . والطريف أن أكبر كمية من هذه المياه
تستخدم في عملية الري في الزراعة ؛ حيث تبلغ هذه الكمية
٦٨٪. وتستهلك الصناعة ٢٣٪ من هذه الكمية . أما الاستهلاك
الآدمي فهو ٧٪ فقط.

إن ٤٣٪ من هذه المياه يرجع مرة ثانية إلى المصادر المائية في صورة مخلفات مائية ؛ حيث إن ٨٧٪ من هذه الكمية تعتبر مخلفات مائية تلوث المصادر المائية والسطحية والماء الأرضي.

والمعروف أن استهلاك المياه يزداد باستمرار، ولكن بمعدل أقل مما حدث في القرن الماضي، حيث إن معظم الأراضي الصالحة للزراعة في العالم قد زرعت فعلا . وسوف تزداد كميات مياه الصرف الصناعي الناتجة من عمليات التنظيف أو التصنيع أو التبريد أو إزالة الملوثات في العقود القادمة ؛ نظرا لتحول كثير من الدول النامية إلى الصناعة.؛ ولذلك ستزداد كميات مياه الصرف الصناعي على مستوى العالم مما يعرض المياه لمزيد من التلوث ؛ ومن ثم إرتفاع في أثمان معالجة مياه الشرب . كما أن الارتفاع في مستوى الشعوب يحتم ضرورة زيادة المياه المستهلكة بالنسبة للفرد. ويعتقد خبراء البنك الدولي أن احتياجات العالم عام ٢٠٠٠ من المياه كالتالي :

$$\begin{aligned} &= \text{للزراعة } ٠٠٠ \text{ و } ٧٠٠٠ \text{ مليون متر مكعب ماء} \\ & \quad ٧ \text{ كيلومتر مكعب ماء.} \\ &= \text{للاستعمال الإنساني } ٠٠٠ \text{ و } ٦٠٠ \text{ مليون متر مكعب ماء} \\ & \quad ٦٠ \text{ كيلومتر مكعب ماء.} \end{aligned}$$

· للصناعة ٠٠٠ و ١٧٠٠ مليون متر مكعب = ١,٧ كيلو
متر مكعب ماء.

مياه لتخفيف مياه الصرف ٠٠٠ و ٩٠٠٠ مليون متر مكعب
= ٩٠٠ كيلومتر مكعب ماء.

مياه أخرى (معظمها لتبريد محطات القوى) ٠٠٠ و ٤٠٠ مليون
متر مكعب = ٠,٤ كيلومتر مكعب.

الجملة = ١٨,٧٠٠,٠٠٠ مليون متر مكعب ماء =
١٨,٧ كيلومتر مكعب.

ولقد تم حساب كميات المياه اللازمة للنشاط الإنسانى على
أساس ٢٧٤ لتر ماء يوميا للفرد؛ على أساس أن عدد سكان
العالم ٦ بلايين شخص. هذا.. وتقتل ١٨,٧ كيلومتر مكعب ماء
أي ما يعادل ٤٦٪ من كمية المياه العذبة المتاحة فى العالم - هى
أقصى كمية متاحة ، مع العلم بأن معدل استهلاك الفرد - عادة-
فى معظم دول العالم المتقدم فى الوقت الحالى يزيد على ٢٧٤
لتر/ شخص / يوم.

ومن المنتظر خلال العقدين القادمين أن تحدث مشاكل مائية
فى كثير من الدول . وفى كل الدول النامية يعانى البشر التلوث
العضوى و غير العضوى للأشهار التى تستخدم - عادة - لتوفير

المياه للشرب ، و خصوصاً بعد اتجاه هذه الدول إلى الصناعة.
والمشكلة التي تفرض نفسها الآن على الدول هي زيادة ملوحة مياه
الشرب.

لقد استنفذ معظم الماء الأرضى بطريقة غير مرشدة فى كل من
الولايات المتحدة والهند والصين.

إن أقل من ٠.٠١ ٪ من مياه الكرة الأرضية فى متناول
الإنسان .

وتؤثر المياه الملوثة فى صحة ١.٢ بليون إنسان ، وتسبب فى
موت ١٥ مليون طفل أقل من ٥ سنوات.

إن ارتفاع درجة حرارة الكرة الأرضية سيؤثر فى كمية المياه
العلبة ، وسيغير من درجة رطوبة التربة ، وسيؤثر فى مياه الأنهار
فى جميع بلاد العالم.

إن عملية تنقية المياه مرتفعة الثمن ، وقد تكون مستحيلة .
والأفضل من العلاج عمل استراتيجية لمنع تلوث مصادر المياه.

إن المشكلة مازالت قائمة، وهي فى حالات كثيرة تتفاقم مع
الوقت. فان ثلثى الريفيين الفقراء فى العالم محرومون من إمكانية
الحصول على مياه الشرب المأمونة صحياً. فى حين تتسبب

الفيضانات في تشريد ملايين البشر سنويا. وتتمثل جذور المسألة في مشكلة إدارة الموارد المائية. والمفارقة الغربية . إن ما يصرف على صناعة الأسلحة خلال سبعة شهور يكفى لتأمين مياه نقية ومرافق صحية كافية لألفى مليون شخص. غير أن هذا التحول في استخدام الموارد المتاحة يتطلب تعديلا جذريا في الأولويات السياسية.

وفى حين ترى الدول أن تعزيز قوتها العسكرية يضمن أمنها الوطنى، يبدو أنها لا تنتظر بنفس المتظار إلى مشكلة الماء، غير أن تزايد الطلب على المياه العذبة يمكن أن يؤدى إلى نزاعات تهدد الأمن الوطنى، وهذا مابداً يظهر فى مناطق عدة. فقبل نهاية هذا القرن، سيتجاوز الطلب على المياه المأمونة ضعف ما هو عليه اليوم، وبسبب ترابط مصادر المياه وعدم انحصارها فى حدود سياسية، لن يكون ممكنا تجنب النزاعات إلا عن طريق حسن الإدارة.

رفع كفاءة المياه

إن الرى العام مدعوم بنسبة عالية جداً فى البلدان النامية، فالمزارعون فى معظم البلدان النامية لا يدفعون إلا ما يتراوح بين ١٠٪ و ٢٠ ٪ من تكاليف إنشاء وتشغيل نظم الرى. أضف إلى ذلك أن الرسوم - فى

كثير من البلدان- تفرض على أساس «الوحدة من الأرض المروية» وليس على أساس «الوحدة من المياه المستخدمة». وهذا الأسلوب يحو أى حافز يحث على صون المياه. والنتيجة هى مياه مبددة، ونظم للرى لا تتسم بالعدل ولا بالفعالية.

وفى الولايات المتحدة - حيث يدفع المزارعون فى الغرب ١٦٪ فقط من التكاليف التى تتحملها الحكومة لإمدادهم بمياه الرى- يتزايد التأييد السياسى لتقليص الدعم الحكومى الضخم. وبإصدار الكونغرس القانون الذى يتطلب المشاركة فى تكاليف المشروعات المائية الجديدة- فى أواخر عام ١٩٨٦- أصبح لزاماً على المنتفعين بمياه الزراعة أن يدفعوا ٣٥٪ من تكاليف الإتشاء. وتفاوتت نسب المشاركة فى التكاليف الأخرى من حد أدنى قدره ٢٥٪ بالنسبة لمشروعات تنظيم الفيضانات إلى ١٠٠٪ بالنسبة لمشروعات توليد الطاقة الكهربائية والاستخدامات الزراعية والصناعية.

ومن الاتجاهات الإدارية الأخرى فى رفع الكفاءة «دورة» إعادة استخدام مياه الصرف. وفى طوكيو - حيث أصبحت إعادة دورة المياه شائعة - تستخدم مياه الصرف فى غسل المراحيض فى المباني العالية. فبأخذ مركز إعادة دورة المياه فى المدينة مياه الصرف من جهاز معالجة من الرتبة الثالثة بمرشح رملى بطينى، ويكلوره، ثم

بضخه إلى ١١ مبنى إدارياً عالياً. ويعتزم هذا المركز مضاعفة طاقته إلى ٤٠٠٠ متر مكعب في اليوم . وسعر المياه المعادة دورتها للمستهلك في اليابان أقل من سعر المياه العذبة.

نوعية المياه العذبة على مستوى العالم

Water Quality

لم تكن هناك - إلى عهد قريب - بيانات واضحة عن مدى تلوث مصادر المياه على مستوى العالم - سواء التلوث الكيميائي ، أم البيولوجي ، أم الطبيعي حتى عام ١٩٨٧ - وكان ذلك يرجع في المقام الأول إلى عدم وجود بيانات واضحة من جميع دول العالم. إلا أن كل من هيئة الصحة العالمية وبرنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة واليونسكو وبرنامج الملوثات العالمية قد تعاونوا من أجل عمل مشروع في عام ١٩٧٧؛ لتوضيح حالة تلوث المياه على مستوى العالم .

وبعد عشرة سنوات من جمع البيانات اتضحت الصورة : حيث أوضحت النتائج أن معظم الملوثات تنحصر في العناصر الثقيلة : وأهمها الرصاص والنحاس والزنك والنيكل والكروم والكادميوم :

ويرجع هذا النوع من التلوث إلى التلوث عن طريق الصرف الصحي والتلوث الصناعي . ولقد اتضح أن الدول غير الصناعية تتأثر بتلوث المياه الناتجة من الدول الصناعية.

تلوث الأنهار فى العالم River Pollution

تتلخص أهم ملوثات الأنهار فى العالم فى التلوث بالميكروبات الممرضة وكذا بالطفيليات . ويبدو هذا واضحا فى كل الدول التى تصل مخلفاتها إلى الأنهار ، وخاصة مخلفات المجارى . وهذه الظاهرة واضحة جدا فى كل من الدول النامية فى وسط وشرقي أمريكا وآسيا وأفريقيا ؛ حيث لا يتواجد صرف صحى مناسب سواء فى الريف أم الحضر.

أما المصدر الثانى من التلوث فهو التلوث العضوى - سواء المواد الطبيعية ، أم المواد الصناعية - ومصادر التلوث العضوى الطبيعية موجودة فى جميع أنحاء العالم . أما مواد التلوث العضوى الصناعى فتكثر - عادة - فى الدول الصناعية.

أما المصدر الثالث من التلوث فهو من المواد المعلقة فى المياه والتى عادة ما تصل إلى المياه من مصادر صناعية أو أنشطة إنسانية وهذه موجودة فى جميع أنحاء العالم.

أما المصدر الرابع من التلوث فهو ناتج عما تقوم الأمطار بغسله من أكاسيد نتروجين وأكاسيد كبريت وملوثات موجودة فى الهواء، والتي غالبا ما تكون واردة من أماكن قد تكون بعيدة جداً.

تلوث مياه البحيرات وخزانات المياه

Lakes & Reservoirs Pollution

يرجع المصدر الأول لتلوث هذه المصادر المائية إلى الأنشطة الإنسانية ، وخاصة من النفايات الزراعية الكيماوية وفى مقدمتها الكيماويات الزراعية ، مثل الأسمدة ، والمبيدات . وهذه المشكلة واضحة جداً فى كل من الدول النامية والمتقدمة على السواء.

أما المشكلة الثانية فهى الحموضة الواردة من تساقط مياه أمطار حمضية .

وفى الدول النامية غالبا ما تستعمل هذه المصادر المائية كمصادر صرف لمياه المجاري ومياه الصرف الصناعى ، حيث تتعقد مشاكل التلوث ، ولا تتمكن منظفات البيئة من أداء دورها فى تنظيف هذه المصادر المائية.

الماء الأرضى Ground water

بعد ارتفاع ملوحة الماء أهم مشكلة تواجه الماء الأرضى ؛ وهذا يرجع فى المقام الأول إلى قيام مياه الري والأمطار بغسيل الأرضى ؛ حيث يتم تركيز الأملاح فى المياه نتيجة تبخر المياه أثناء عملية الري ، وتبدو هذه الظاهرة واضحة بالقرب من الشواطئ ؛ إذ تتسرب مياه البحار وتصل إلى المياه الجوفية ؛ مسببة ارتفاع درجة ملوحتها .

أما ثانى ملوثات الماء الأرضى فهى النتترات والتتريت الواردة أثناء صرف المياه من الأرضى الزراعية المسمدة بالأسمدة الكيماوية. وتبدو هذه الظاهرة واضحة فى غربي أوروبا ؛ حيث أوضحت نتائج البحوث أن مستوى تركيز النتترات فى هذه المياه قد أصبح فوق المستوى الذى تسمح به هيئة الصحة العالمية فى مياه الشرب.

لقد أوضحت نتائج بحوث المسح الدولى للملوثات فى المصادر المائية العذبة - على مستوى العالم ، وبعد عمل عديد من اختبارات تواجد الملوثات - اتضح أن أخطر الملوثات التلوث الميكروبى الناتج من الصرف الصحى ، وكذلك كميات الزئبق الذائبة فى الماء.

وعموماً .. تتلخص نتائج بحوث منظمة الصحة العالمية - وكذلك برنامج الأمم المتحدة للبيئة على المستوى الدولى - أن الملوثات العضوية وغير العضوية المعدنية ، وكذا عملية التملح لكل من الماء السطحي والأرضى والتلوث المفاجئ نتيجة الحوادث - هي أخطر مشاكل تلوث المياه على المستوى الدولى.

إمكانيات تحقيق الحصول على ماء شرب سامون

فى المناطق الريفية وفى المجتمعات الصغيرة يكون من الصعب جداً الضغط على الدول من أجل توفير ماء نقى تنطبق عليه الشروط الصحية ؛ وذلك يرجع إلى عدة أسباب ؛ أهمها عدم وجود إمكانات مادية كافية ، وقلة الأشخاص المتخصصين فى ذلك ، وعدم وجود إدارات ناضجة لإدارة المياه.

وعادة ما نحتاج إلى خطة قوية من أجل حماية مصادر المياه من التعرض للتلوث بالميكروبات .وعادة ما تنجح هذه الخطط إذا كان وراءها دعم سياسى ، وإذا كانت مرتبطة ببرامج حماية صحية على المستوى المحلى. وتعتمد هذه الخطط على توفير تكنولوجيا وتعليم يبنى ، ومشاركة من المواطنين ، وتدريب عن طريق الخبراء . وتعتمد التكنولوجيا المطلوبة على ضرورة :

١ - حماية مصادر المياه أولاً" من التلوث المباشر لمياه الصرف الصحي ، وثانياً من التلوث نتيجة الرش الناتج من مواسير المجارى أو (الترنشات) أو غير ذلك.

٢ - معالجة المياه ؛ حيث يجب تطهير المياه من الكائنات الحية الممرضة ؛ وهذا ما يتم إتباعه فى أفريقيا . وعادة ما يكون ذلك غير فعال على المدى الطويل؛ نظراً للقصور فى وجود مادة الكلور . وقد يفقد الكلور فاعليته ، وخاصة إذا احتوت المياه على نسبة عالية من المواد العضوية ؛ وعلى ذلك يفضل حالياً استخدام المواد الطبيعية الموجودة فى البيئة دون الحاجة إلى مواد كيميائية أو إمكانات تكنولوجية لتنفيذها . كما يجب إجراء تحليل دوري مستمر لا يعتمد على التحليل الكيماوى لبطء نتائجه ، ولكن يعتمد على الطرق السريعة الحديثة مثل استخدام اختبار الكتس Testing kits

النظرة المستقبلية لمشكلة المياه والصحة

إن المتتبع لما حدث فى العقود الثلاثة الماضية سوف يستفيد جداً من هذه الدروس فى هذا العالم ؛ الذى يحتوى على كمية محدودة من المياه العذبة ؛ التى يجب المحافظة عليها من التلوث . وإذا

لوثها فإن تكاليف إعادة تنقيتها - إن لم تدخل فى نطاق المستحيل عمليا - فهي تدخل فى نطاق المستحيل اقتصاديا ؛ لارتفاع تكاليف علاج المياه الملوثة.

إن النظرة إلى نوعية الحياة فى الدول النامية تدعونا إلى التركيز على مشكلة توفير المياه الصالحة للشرب والصرف الصحى كمشكلة عالمية .

إن ما حدث فى عقد الثمانينيات يوضح أن ٢٩٪ من سكان الريف فى الدول النامية قد توفرت لهم مياه مأمونة للشرب . بينما توفرت هذه المياه فى المدن لـ ٧٧٪ من السكان . وفى حين توفرت لـ ٣٥٪ من سكان الريف وسائل صرف صحى ؛ نجد أن ٦٦٪ من سكان المدينة توفرت لهم هذه الإمكانيات . ورغم ذلك فإن ٢٢٪ من سكان الريف توفر لهم ماء صالح للشرب فى آسيا، و ٢٣٪ قد توفر لهم ماء صالح للشرب فى إفريقيا.

وتدل التقارير العالمية على أنه فى عام ١٩٨٠ تواجد فى العالم ١٦٥٠ مليون من البشر فى الريف لا يجدون ماءً مأمونا ، بينما تواجد ١٤٧٠ مليون فى الريف بدون أى صرف صحى ، ورغم أنه فى عقد السبعينيات زاد الصرف الصحى ١٤٠٪ عن نفس الفترة.

ولقد نقص عدد سكان العالم الذين لا يجدون ماء مأمونا من ٧٠٠ - ٩٦٠ مليون شخص ؛ والسبب الرئيسى فى ذلك هو النجاح الباهر لكل من الهند والصين فى تقديم مشروعات لتوصيل المياه المأمونة فى الريف ؛ على أساس أنهما أكبر دولتين بهما سكان ريف.

وفى نهاية عام ١٩٩٠ أوضحت التقارير أن هناك ١٠٠٠ مليون من البشر فى الدول النامية لا يجدون ماء مأمونا ، و أن حوالى ١٧٥٠ مليون لا تتوفر لهم وسائل صرف صحى.

الباب الثالث

الموارد المائية فى مصر

تتوفر المياه المتاحة لنا فى مصر فى الوقت الحاضر من مصدر رئيسى ، وهو المصدر الأول التاريخى؛ أى نهر النيل. أما المصادر الأخرى فهى مصادر ثانوية؛ وهى المياه الجوفية ، ومياه الصرف التى كان مصدرها النيل أيضا.

١ - المصادر الرئيسية للمياه العذبة فى مصر:

١-نهر النيل :

(١) هو أطول أنهار العالم (٦.٦٤٨ كيلو مترا)، ويبلغ حوضه ٣.٣٤٩.٠٠٠ كيلو متر مربع ، ويشمل حوضه أجزاء من تنزانيا وبوروندى ورواندا وزائير وكينيا وأوغندا وأثيوبيا والسودان ومصر. وأبعد رافد لنهر النيل يأتى من بوروندى (نهر كاجيرا).

وفى المتوسط، فان حوالى ٨٤٪ من مياه النيل تأتي من المرتفعات الأثيوبية، و ١٦٪ تأتي من هضبة بحيرات شرق أفريقيا. ويصل النيل إلى أدنى مستوى له فى أوئل مايو ؛ حيث تأتي مياهه من النيل الأبيض (٨٣٪) ، ومن النيل الأزرق (١٧٪) ؛ وتصل إلى ١.٦ بليون قدم مكعب فى اليوم. أما فى سبتمبر وأكتوبر - حيث يكون أعلى مستوى للنيل عند أسوان - فان كمية المياه فى النيل تصل إلى ٢٤.٧ بليون قدم مكعب فى اليوم . ولاياتى من النيل الأبيض من هذه الكمية - فى هذا الوقت من العام - سوى ١٠٪ ؛ بينما تأتي الكمية الرئيسية الباقية من النيل الأزرق ونهر عطبرة .

(ب) ويختلف إيراد نهر النيل بين عام وآخر؛ فقد وصل إلى أدنى مستوى له فى هذا القرن حتى الآن عام ١٩١٣ (٤٢ مليار متر مكعب)، بينما وصل عام ١٩٦٤ إلى ١٢٠٠ مليار متر مكعب.

(ج) وقد بدأت أعمال تشييد القناطر والخزانات على نهر النيل فى مصر الحديثة بإنشاء القناطر الخيرية التى

اكتمل بناؤها عام ١٨٦١ ؛ وهى بداية نظام الرى الحديث فى وادى النيل. وأقيمت قناطر زفتا على فرع دمياط فى عام ١٩٠١، وبنى سد أسوان فى الفترة ما بين ١٨٩٩ و١٩٠٢؛ وقتت تعليته للمرة الأولى بين ١٩٠٨ و١٩١١ وللمرة الثانية بين ١٩٢٩ و١٩٣٤.

كما أقيمت قناطر إسنا فى ١٩٠٩، وقناطر نجح حمادى فى ١٩٣٠. أما المشروع الذى توج كل هذه الإنشاءات فهو مشروع السد العالى الذى تم بناؤه فى الفترة من ١٩٥٩ و ١٩٧٠؛ إذ بينما تصل قدرة خزان أسوان إلى ٤ ملايين قدم مكعب من المياه، تصل قدرة السد العالى إلى ١٣٣ بليون قدم مكعب (. فالسد العالى هو واحد من السدود الكبرى الرئيسية فى العالم، أما خزان بحيرة ناصر فهو رابع أكبر خزانات العالم.

(د) وتصل حصة مصر من مياه النيل- وفقا للاتفاقية المبرمة بين مصر والسودان فى ٨ نوفمبر عام ١٩٥٩- إلى ٥٥.٥ مليار متر مكعب من المياه سنوياً (مقابل ١٨.٥ مليار متر مكعب للسودان).

ومن المعروف أن حوالى ٨٥٪ من متوسط
الإيراد السنوى للنيل يأتى من الروافد الأثيوبية للنيل
الأزرق و نهر عطبرة و نهر السوبات ، بينما يأتى
الباقى من الهضبة الأستوائية عن طريق النيل
الأبيض، وكذلك تأتى كمية قليلة (حوالى ٥٠
مليارا متر مكعب) من حوض بحر الغزال.

١- نهر النيل

٢- المياه الجوفية

بناء على التقسيم الجغرافى لجمهورية مصر العربية ، يمكن
تقسيم الجمهورية إلى أربع مناطق جغرافية تتبعها أحواض
هيدرولوجية على الوجه الآتى :

** منطقة دلتا وادى النيل

تعتبر المياه الجوفية جزءاً أساسياً من الدورة الهيدرولوجية ،
ولدراسة الميزان المائى يحتاج الأمر إلى تحديد الحدود الطبيعية
لمنطقة الدراسة وحصر مكونات الميزان الهيدرولوجي ؛ حتى يمكن
حساب كميات المياه التى تدخل المنطقة وتخرج منها ؛ وكذلك
التغير فى مخزون المياه .

فإذا استبعدنا المنطقة الغربية من نهر النيل فإن التغذية

الفعلية التي تصل إلى الخزان الجوفي في مساحة ٥٩٠٠ كيلو متر مربع تصل إلى حوالي ٣ مليارات متر مكعب سنوياً . وإذا أخذنا الحيط في تقدير إمكانات الخزان الجوفي المأمونة فيمكن البدء في استغلال حوالي ١,٥ مليار متر مكعب سنوياً ؛ بالإضافة إلى ما يتم سحبه حالياً.

تشير نتائج القياسات الكهربائية للمجسات الاختبارية الي أن درجة ملوحة المياه الجوفية بالطبقات الحاملة للمياه الجوفية تزيد مع العمق ، وقد تمت محاولة لتحديد سمك المياه العذبة ؛ وكما قدر حجم المياه العذبة المخزونة بالدلتا وحواضها بمقدار ٣٠٠ مليار متر مكعب ؛ وهي ذات ملوحة أقل من ١٠٠٠ جزء في المليون .

ويتم الفقد من الخزان الجوفي بإحدى الطرق الآتية :

* تسرب المياه الجوفية من الخزان إلى المناطق المجاورة لحدوده.

* الفقد عن طريق التسرب الرأسى .

*كميات المياه المستقلة من الخزان .

* التسرب إلى مجاري الري والصرف أو البحر .

* المياه التي تفقد عن طريق البحر والتتح .

ويتطابق ودراسة هذه العوامل بالنسبة للخرزان الجوفي بالدلتا نجد أن الفواقد الرئيسية بالنسبة للخرزانات الجوفية علي حدود خزان الدلتا تتجه إلي منطقة منخفض وادي النطرون . ونلاحظ أيضاً أن معظم التغذية تتم عن طريق كتلة المياه المشبعة بالطبقة الطينية العليا والتي تتغذي من التسرب من مياه الري . وقد تم تقدير كميات المياه التي تغذي الخزان الجوفي بحساب الفارق بين ضغوط المياه بالطبقة الطينية والخزان الجوفي وحساب معاملات النفاذية الرأسية ؛ ووجد أن مقدار التغذية يصل إلي حوالي ٢,٢٧ مليار متر مكعب سنوياً ، كما تقدر التغذية من ترعة الإسماعيلية ب٣,٠ مليار سنوياً . وقدرت الفواقد من الخزان الجوفي كما يلي :

أ - التسرب الرأسى إلي أعلي من الخزان الجوفي ٠,٠٩٧ مليار متر مكعب في العام .

ب- المياه الجوفية المتسربة إلي فرعي دمياط ورشيد ٠,٢١٢ مليار متر مكعب .

ج- فواقد من الخزان الجوفي خلال حدوده الجنوبية الغربية ٠,٠٥٠ مليار متر مكعب .

فيكون مجموع الفواقد من الخزان الجوفي في السنة حوالي

٠,٣٥٩ مليار متر مكعب .

**** المياه الجوفية بالساحل الشمالي**

يمكن تقسيم الخزانات الأرضية في منطقة الساحل الشمالي على الوجه التالي :

الكتبان الرملية الحديثة : ومصدر التغذية الرئيسي لهذه الكتبان هو الأمطار المحلية التي تكون طبقة من المياه العذبة طافية فوق مياه البحر ، ولا يزيد سمك المياه العذبة في هذه الحالة على متر واحد عادة . وتستغل مياه الكتبان بواسطة الخنادق . ويوجد حوالي ٩ خنادق في المنطقة مجموع أطوالها حوالي ٥٩٥٧ متراً . وبلغ التصرف السنوي لها ٨٧٩٢٠ متراً مكعباً . وتتركز هذه الخنادق في مناطق مرسى مطروح والتجيلة وباجوش . وبلغ التصرف اليومي بالنسبة للمتر الطولي حوالي ٠,٤٠ متراً مكعباً . وقد دلت نتائج التجارب الهيدرولوجية على أن معامل السريان بين ٣٠٠ - ٧٠٠ متر مكعب يوم / متر طولي .

الطبقات الرسوبية الحديثة المترسبة في السهول الساحلية :

ترسبت هذه الطبقات بفعل مياه الأمطار في السهول الساحلية

المتدة خلف سلسلة الكثبان الرملية الحديثة .

وقد تم إجراء عدد من التجارب الهيدرولوجية علي بعض الآبار المركب عليها مراوح هوائية ؛ فوجد أن معامل النفاذية يتراوح بين ٨,١ و ٢٥,١ متراً / اليوم ، وأن سمك الطبقة الحاملة للمياه العذبة يتراوح بين ١٥ و ١٠ أمتار ، وأن معامل السريان يتراوح بين ١٢ و ١٧٠ م^٣/اليوم/متر .

الكثبان الرملية القديمة من عصر البليستوسين

تكون هذه السلسلة من الكثبان تجمعات المياه الجوفية في الفجوات التي وجدت نتيجة للنفاذية الثانوية في الطبقات الجيرية ، التي تكونت بفعل ذوبان المواد الجيرية نتيجة لهبوط الأمطار عليها . ومسامية هذه الطبقات صغيرة ،ولكن نفاذيتها عالية . وتتراوح ملوحة مياه هذه الكثبان في منطقة برج العرب بين ١٢٠٠ و ٩٠٠٠ جزء في المليون .

إن معامل النفاذية يتراوح بين ٢٢,٧ و ٧٦٧ متراً/اليوم ويتراوح سمك الطبقة الحاملة للمياه العذبة بين ٩٠ و ٢,٥٠٠ متراً ، كما تبين أن معامل السريان يتراوح بين ٥٦,٧ و ٦٠٠ م^٣/اليوم/متر

**** طبقات الحجر الجيري من عصر الماسوسين**

مصدر مياه هذه الطبقات هي الأمطار التي تتساقط في الجبل الأخضر في ليبيا، و تأخذ اتجاهها في اتجاه «جنوب شرق» نحو منخفض القطارة وسيوة ، أو في اتجاه الشرق . لكن ملوحة مياه هذه الطبقات عالية : إذ تتراوح بين ٣٠٠٠ و ٢٤٠٠٠ جزءاً في المليون . لذا لا يمكن استغلال مياه هذه الطبقات في الشرب ، ولكن يمكن استخدامها في أغراض أخرى : مثل حفر الآبار العميقة للبحث عن البترول .

**** التراكيب الجيولوجية المقعرة (أحواض المياه**

الجوفية) تتكون مثل هذه الأحواض في الحالات التي تأخذ الطبقات المعاملة للمياه شكل حوض جوفي مقعر مغطى بطبقة من الصخور الطفلية الصماء ، وعلي أساس أن يكون الحوض الجوفي مرتفعاً فوق منسوب سطح البحر . ومن هذه الأحواض حوض فوكة . كما أن معامل السريان لحوض فوكة حوالي ٢٤٠م / اليوم / متر .

****منطقة حوض النطرون - القطارة - سيوة**

توجد ثلاث طبقات حاملة للمياه الجوفية. وتتواجد المياه الجوفية

النهرية المتكونة من الحصى والرمال . وتنحدر المياه الجوفية للمنخفض في اتجاه شمال شرق واتجاه جنوب شرق ويوجد منسوب المياه الجوفية علي عمق يتراوح بين ١٥ و ٤٠ متراً في الجزء الشمالي الغربي من المنخفض . وعلي عمق يتراوح بين ١٠ و ١٥ متراً في الجزء الشرقي منه .

وقد قدر مقدار التغذية بحوالي ٣١٥٦٠٠٠ م^٣ و ٣١٨١٠٠٠ م^٣ يومياً .

وقد تم حفر ٤٦ بئراً جديدة يتراوح عمقها بين ٦٠ و ١٠٠ متر ، وتم التوسع في مساحة ٤٠٠٠ فدان أخرى بوادي النطرون ، خلاف المزارع القديمة التي تبلغ مساحتها حوالي ٢٠٠٠ فدان . ولكن نظراً للتوسع الزراعي في مديرية التحرير في مساحة ٥٠٠٠ فدان جديدة - يروي جزء منها علي المياه الجوفية - فقد أوقف التوسع الزراعي بالمنطقة لمعرفة تأثير السحب من الخزان الجوفي في مديرية التحرير علي مقدار التغذية السنوية لمنطقة وادي النطرون .

**** منطقة حوض الحجر الرملي النوبي (الوادي الجديد)**

يمكن عرض هيدرولوجية الخزان الجوفي بها علي النحو التالي :

إن سمك الخزان يتزايد في اتجاه شمال - غرب . فبينما يبلغ سمك الخزان في حوض كريم ٢٠٠ متر فقط ، يصل السمك في الواحات الداخلة إلي ١٣٠٠ متر ، وفي واحات الفرافرة ٢٠٠ متر . علي أن أقصى سمك الخزان الجوفي يقع في حوض عين دالة ؛ إذ يصل السمك إلي ٣٥٠٠ متر في شمال الحوض.

و يوجد خزان جوفي لطبقات الحجر الرملي النوبي في الصحراء الشرقية . محوره في اتجاه «شمال غرب - جنوب شرق» . ويقدر أقصى سمك له بحوالي ١٠٠٠ متر شرقي أسبوط ، كما يوجد فاصل بين خزان الصحراء الشرقية وخزان الصحراء الغربية ؛ إذ يقل سمك الطبقات الحاملة للمياه إلي أقل من ٥٠ متراً في المنطقة بين قنا علي نهر النيل في الشرق والواحات الخارجة في الصحراء الغربية في الغرب . ومحور هذا الفاصل في اتجاه شمال - جنوب .

وقد وتم رسم مسارات المياه الجوفية Flow Lines التي توضح اتجاه تحركات المياه الجوفية في هذا التركيب . ولقد أظهر

تفرق هذه المسارات التي في اتجاه منطقة الزيات أن معامل السريان في هذه المنطقة عال . وأن تجمع هذه المسارات في اتجاه منطقة الخارجة قد أظهر أن معامل السريان في هذه المنطقة قليل .

ولقد أظهرت مسارات المياه الجوفية كذلك أنها تتحرك في اتجاه شمال شرق ، وأن مصدر المياه الجوفية يقع في خزان المياه الجوفية الواقع في جبال بليبييا وفي جبال عنيدي الواقعة في الركن الشمالي الشرقي من جمهورية تشاد .

إن مجموع المياه الخارجة من خزان الحجر الرملي النوبي تبلغ ٣٠٥٧٠٠٠ متر مكعب يومياً ؛ وذلك على الوجه الآتي :

١٠١١ متراً مكعباً يومياً ؛ مستغلة في الزراعة في الواحات بالصحراء الغربية ؛ و ٢٠٤٦٠٠٠ م^٣/يوم غير مستغلة ، وتضع هذه المياه بالتبخّر في منخفض القطارة أو بالنتح من النباتات البرية ؛ أي إن كمية المياه الخارجة من الخزان الجوفي مساوية لكمية المياه المغذية للخزان ؛ لذا يمكن أن نستنتج أن كمية التغذية اليومية للخزان الجوفي هي حوالي ٣٠٥٧٠٠٠ م^٣/يوم ؛ وذلك على الوجه الآتي :

*التغذية اليومية للتركيب الهيدروجيولوجي الشمالي حوالي

.....م ٣٤٢٠٠٠ يومياً .

*التغذية اليومية للتركيب الأوسط حواليم ٣١٤٠٠٠٠
يومياً

*التغذية اليومية للتركيب الجنوبي حواليم ٣١٢٢١٣٠٠
يومياً .

*حوض بحيرة ناصر حواليم ١٦٠٠٠ ٣م يومياً .

إن معدل التغذية اليومية لخزان الحجر الرملي النوبي تبلغ
.....م ٣٣٠٥٧٠٠٠ يومياً . وأن المستغل من هذه المياه في حدود
.....م ٣١٠١١٠٠٠ يومياً ؛ أي حوالي ٣٥٪ من التغذية اليومية .
وتفقد باقي الكمية (وهيم ٣٢٠٤٦٠٠٠) بالتبخر ونتح النباتات
البرية بدون استغلال . ومع ذلك فإن كمية التغذية اليومية قليلة
بالنسبة إلى كمية المياه المخزنة ، فلقد قدرت شركة بارسونز
(١٩٦٢) كمية المياه المخزنة في خزان الحجر الرملي النوبي
في الصحراء الغربية بحوالي ٢٣٤ × ١١٠ م^٣ .

معامل الأمان للخرانات الجوفية

نبتت فكرة برنامج دراسات معامل الأمان للخرانات الجوفية

بالدلتا والوجه القبلي ؛ من خلال التصور البعيد المدى للاحتياجات المتزايدة للمياه العذبة لأغراض التنمية الشاملة ؛ التي تعتمد أساساً علي مصادر المياه لتغطي احتياجات التوسع الزراعي والشرب والصناعة . فالنمو السكاني وزيادة معدلات استهلاك المياه في الأغراض المختلفة يشير بوضوح إلي ما ستكون عليه الحال في المستقبل القريب من نقص خطير في الموارد المائية ؛ ولذلك اتجهت الأنظار إلي الاحتياجات المائية العاجلة ؛ مع مجابهة المشكلات المصاحبة لارتفاع مناسيب المياه الجوفية ؛ وإيجاد الحلول المناسبة لها .

وقد أوضحت الدراسات أن الخزان الجوفي بوادي النيل والدلتا يعتبر أحد الخزانات الضخمة في العالم ؛ حيث تبلغ السعة الكلية للخزان حوالي ٤٠٠ مليار متر مكعب . وتم تحديد التغذية الطبيعية ومقدار التسرب الرأسي بين الطبقات الطينية والخزانات الجوفية ؛ حيث يعتبر الاستغلال الحالي للخزانات الجوفية أقل بكثير من التغذية الطبيعية التي تقدر بنحو ٧,٥ مليار م^٣؛ مما تسبب في وجود تراكم سنوي في مناسيب المياه الجوفية بوادي النيل ، كما اسهم في تحقيق الميزان المائي في عمل مسح شامل للآبار سواء المستغلة في الري أم الشرب ، وتقدير كمية المياه المستغلة سنوياً .

وقد توصلت الحسابات الفنية لمعاملات الأمان إلي أنه يمكن البدء في استغلال ٥٠٠ مليون متر مكعب سنوياً بالدلتا ، ١٥٠٠ مليون متر مكعب بالوجه القبلي ، علاوة علي ما يستغل حالياً . وقد اشتملت السياسة المائية الجديدة لوزارة الأشغال العامة والموارد المائية علي الموارد المائية الأرضية ، والتي تتيح إعادة استخدام المياه الجوفية العذبة علي زيادة الوقعة المزروعة علاوة علي تخفيض مناسيب المياه الجوفية وتحسين الصرف ؛ لرفع إنتاج الأراضي .

وتجدر الإشارة إلي أهمية العناية المستمرة بمراقبة التغير في المناسيب والنوعية الكيماائية للمياه في آبار المراقبة في الشبكة القومية بوادي النيل ، مع الاهتمام بدراسة القوانين والتشريعات الخاصة بالمياه الجوفية التي تنظم عطليات الاستغلال المأمون للخزانات الجوفية ، والمحافظة علي الثروة القومية للمياه الجوفية من التلوث الكيماائي والبيولوجي .

وتتلخص أبرز النتائج فيما يلي :

- تم تحديد الأبعاد الهندسية والحدود الطبيعية والتتابع الطبقي للخزانات الجوفية بالدلتا حتي عمق حوالي ٩٠٠ متر وإلى عمق ٣٥٠ متر بالوجه القبلي ، من واقع الجسّات التي تم تنفيذها ، والبيانات الجيولوجية للجسّات العميقة التي تمت من خلال

أجهزة الدولة المختلفة . كما تم توضيح تواجد خزانات المياه الجوفية العذبة ، ومناطق الانتشار ، وحدود المياه المالحة .

- تم تحديد الخواص الطبيعية للطبقات الحاملة للمياه الجوفية من واقع تجارب السحب الحقلية ، وتم حساب المعاملات الهيدرولوجية الإقليمية ، وقدرت معاملات النفاذية في المتوسط بين ٥٠ و ١٠٠ متر في اليوم.

- تم حساب سرعة التسرب الرأسي لمياه الري خلال الطبقات الطينية غير المشبعة باستخدام النظائر المشعة وتقدير الرطوبة النسبية والمسامية الفعالة ومعاملات النفاذية . وتم تقدير النظائر المشعة (الترينيوم) في بعض عينات المياه الجوفية بشرق الدلتا ، واتضح وجود علاقة مباشرة بين المياه الجوفية ومياه النيل ومياه ترعة الإسماعيلية ومياه الري ؛ تقل كلما اتجهنا شرقاً نحو قناة السويس أو شمالاً .

- تمت دراسة التغير في مناسيب وحركة المياه الجوفية خلال العشرين سنة الماضية خلال آبار الرصد المنتشرة علي جانبي النيل والدلتا . ومن متابعة الأرصاد وتحليل البيانات لوحظ وجود تراكم سنوي في مناسيب المياه الجوفية بالوجهين البحري والقبلي خلال السنوات الأخيرة ؛ مما يشير إلي أن الاستغلال الحالي للخزانات

الجوفية أقل من التغذية الطبيعية .

- تم التعرف علي شكل تداخل مياه البحر بالساحل الشمالي واتضح أن جبهة المياه المالحة من الجبهات المتداخلة وتم تحديد الخط الفاصل بين منطقتي الحركة الرأسية للمياه المتسربة للخرزان الجوفي إلي أسفل والمناطق التي تتعرض لتسرب المياه الجوفية إلي أعلى بشمال الدلتا . كما تم تحديد مناطق تغذية الخزان ومناطق فقد المياه الجوفية ، ويتضح من ذلك أن مناطق التسرب الرأسى إلي أعلى تسبب إعاقة لحركة الصرف الطبيعي وزيادة الملوحة .

- تم حصر ومسح الآبار الإنتاجية المستخدمة للرعى والشرب والصناعة بالدلتا والوجه القبلى . ويشير هذا الحصر إلي أن كمية المياه الجوفية المستخدمة بالدلتا تقدر بحوالى ١,٦ مليار متر مكعب لعام ١٩٧٨ ، منها حوالى ١٩٤ مليون متر مكعب مياه شرب : بخلاف المستغل حالياً بالقاهرة الكبرى الذي يبلغ حوالى ٢٠٠ مليون متر مكعب سنوياً .

- تشير دراسات الميزان المائى للدلتا إلي وجود كميات من المياه الجوفية المتاحة للاستغلال تبلغ حوالى ٥٠٠ مليون متر مكعب سنوياً ، يمكن استغلالها بأمان ، مع أخذ الحيطه فى تقدير هذه الكميات ، والمحافظة على الوضع الحالى لجبهة المياه المالحة ، هذا

بخلاف الكميات المستغلة حالياً . إلا أنه تجدر الإشارة إلي أن هذه الكمية المتاحة تحتاج إلي إعادة تقييم بصفة دورية ، حيث إن مشروعات التوسع الجارية بشرق وغرب الدلتا ستؤثر بالضرورة في الميزان المائي .

- إن مناسيب المياه الجوفية بالوجه القبلي أعلي من مياه نهر النيل في معظم مناطق الوجه القبلي عدا مناطق منحنى الرمو أمام القناطر ، مما يؤدي إلي وجود تسرب مستمر من مياه الخزان الجوفي إلي النهر.

- وقد قدرت التغذية الطبيعية للخزان الجوفي بالوجه القبلي بالمناطق المروية بمياه النيل بحوالي ٥,٥ مليار متر مكعب سنوياً . فإذا استبعدنا المنطقة القريبة من نهر النيل في حدود إمكانات المجري كمصرف طبيعي فإن التغذية الطبيعية من باقي المنطقة تقدر بحوالي ٣ مليارات متر مكعب سنوياً .

وإذا أخذنا الحيطه في تقدير إمكانات الخزان الجوفي المأمونة فيمكن البدء في تنظيم استغلال ١٥٠٠ مليون متر مكعب سنوياً من المياه الجوفية ، بالإضافة إلي ما يتم سحبه حالياً لحين الانتهاء من الدراسات الجارية علي النماذج الرياضية الخاصة بوضع برنامج إدارة وتنظيم وتشغيل الخزانات الجوفية بالوجه القبلي.

منطقة وادي النيل

يتغذي الخزان الجوفي بوادي النيل طبيعياً -وبصفة مستمرة - من المياه المتسربة من الترع لأغراض الري . ويستفاد من استخدام المياه الجوفية في تغذية نهايات الترع ، أو في مشروعات الصرف الرأسى وإعادة استخدامها في الري ، أو لأغراض الشرب والصناعة . أما المناطق الصحراوية المتاخمة للوادي فمصدر تغذيتها الرئيسي من الوديان خلال فترات السيول -أو في بعض المواقع رأساً - من تكوينات الحجر الرملي النوبي الممتدة أسفل الجزء الجنوبي من وادي النيل .

وبالنسبة لهذه المناطق الواقعة علي حواف الوادي فإن إمكانات الخزانات الجوفية تحتها تكون - عادة - متوسطة وسوف تؤثر عمليات السحب الجائبة علي إمكانات استغلالها في الري الطويل ؛ لذا فانه يفضل الاستخدام المشترك للمياه الجوفية مع مصادر سطحية أخرى .

يبلغ متوسط تركيز الأملاح الذائبة في المياه الجوفية حوالي ٨٠٠ جزء في المليون ؛ وتتزايد نسبتها كلما اتجهنا شرقاً أو غرباً من موقع المجاري المائية .

هذا ويقدر ما يمكن استخدامه من مياه جوفية بوادي النيل -
شاملاً المستخدم منها حالياً - بنحو ٢,٤ مليار م^٣ .

منطقة الدلتا

تتكون الطبقات الحاملة للمياه الجوفية أيضاً (مثلما هي في
الوادي) من طبقات الرمل والزلط أسفل الأراضي الزراعية بالدلتا،
وتتغذي مما يتسرب من الترع وفائض مياه الري .

هذا ويوجد تداخل بين ماء البحر المالحة والخزان الجوفي
بالدلتا؛ نتيجة الاتصال الهيدروليكي القائم بالبحر المتوسط شمالاً
وقناة السويس شرقاً .

ويستفاد بالمياه الجوفية داخل الدلتا في تغذية نهايات الترع
أو لأغراض الشرب والصناعة . أما في المناطق الواقعة علي حواف
الدلتا فيتم الاستخدام بصفة أساسية في مجال استصلاح الأراضي .

ويقدر ما يمكن استخدامه من مياه جوفية بالدلتا - شاملاً
المستخدم منها حالياً بنحو ٢,٥ مليار م^٣ .

وتعتبر المياه الجوفية بجنوب الدلتا صالحة للري (بشروط) ؛
حيث تبلغ نسبة الأملاح الدائمة في المتوسط أقل من ١٠٠٠ جزء

في المليون وتتزايد كلما اتجهنا شمالاً وشرقاً نتيجة تأثير تداخل
الجهة المألحة ، كما تتزايد أيضاً تجاه الغرب في الصحاري المتاخمة ،
تتراوح بين ١٥٠٠ و ٥٠٠٠ جزء في المليون .

المناطق الصحراوية

يعتبر تكون الحجر الرملي النوبي الخزان الرئيسي للمياه الجوفية
بالصحراء الغربية ، كما يمتد إلى بعض مناطق الصحراء الشرقية
وشبه جزيرة سيناء . ويتراوح سمكه بين ١٠٠ م في بعض أجزاء
شرق العوينات و ٢٠٠٠ متر في واحة الفرافرة .

والمياه الجوفية التي تحملها طبقات الحجر الرملي النوبي جيدة
في وسط سيناء (٣٠٠ - ٥٠٠ جزء في المليون) ؛ ولكن صفاتها
تسوء كلما ابتعدنا عن المنطقة الوسطى في جميع الاتجاهات .

ويقدر ما يمكن استخدامه من مياه جوفية عميقة بالصحاري
شاملاً المستخدم منها - بنحو ٣ مليارات م^٣ . وهذه الكمية مقدرة
على أساس استمرارية سحب المياه الجوفية لحين الوصول إلى عمق
الضخ الاقتصادي .

وتتفاوت عمق الضخ الاقتصادي من واحة إلى أخرى وفقاً
للظروف الهيدروولوجية للخزان الجوفي ، فهو حوالي ٤٠ متراً بواحة

الخارجة ، بينما يصل إلى ٦٠ متراً بواحات الزيات والداخلية وغرب
المهوب ، ويتراوح بين ١٠٠ و ١٢٠ متراً بواحات البحرية وسهل
قروين وأبو منظار والفرافرة .

هذا وفي ضوء ما قد تواجهه مصر من نقص في الموارد المائية
السطحية إذا ما تأخر تنفيذ مشروعات أعالي النيل فقد يتم اللجوء
تحت ضغط الحاجة-، ولو مرحلياً - ، إلى سحب مياه جوفية من
الصحاري من أعماق تزيد علي الحدود الحالية للمضخ الاقتصادي .

لهذا كان من الضروري أن يتم التركيز علي البحوث الخاصة
بتوفير الطاقة اللازمة لرفع المياه من أعماق كبيرة بأسعار اقتصادية
وخاصة ما يتلاءم منها مع المناطق النائية .

كذلك فانه من الضروري دراسة أنسب الوسائل للتغلب علي
المشاكل التي تتعرض لها شبكات الري المتطور- خاصة المنقطات
نتيجة ما تحتويه المياه الجوفية بالصحاري في الوادي الجديد من
تركيزات عالية من مركبات الحديد .

وفي منطقة شرق العوينات يتراوح سمك الخزان المشبع بالماء
الجوفي بين ١٠٠ و ٤٠٠ متر ، كما أن نوع الماء جيد ، ومعدلات
التغذية السنوية له عبر الحدود المصرية السودانية هي ١.٢٦

بليون م^٣ . وتوجد تقديرات كثيرة عن سعة الخزان والكميات التي يمكن استغلالها اقتصاديا ، ولعل أحدث التقديرات أن المياه تكفي لزراعة حوالي ١٧٠ ألف فدان لمدة مائة عام .

أما المياه الجوفية بالصحراء الشرقية فتشير بعض التقارير إلى أن الحجم الممكن استخدامه يبلغ ٢٠٠ مليون م^٣/عام .

٣ - الأمطار والسيول

مصر تكاد تكون عديمة الأمطار فيما عدا الساحل الشمال ؛ حيث تسقط الأمطار عليه بمعدل سنوي يتراوح بين ٥٠ و ٢٥٠ ملميمترا ؛ فعلى الساحل الشمالي الغربي تسقط أمطار تتراوح من ٥٠ و ١٥٠ ملميمتر في العام وتزرع مساحات من الشعير تصل في السنوات الجيدة إلى أكثر من ١٠٠ ألف فدان . أما في الساحل الشمالي الشرقي فان الأمطار تتزايد كلما اتجهنا شرقاً . فمعدلها عند العريش ١٥٠ ملميمترا بينما يصل في رفح إلى نحو ٢٥٠ ملميمترا .

وفي ضوء معدلات الأمطار الشتوية العادية يمكن تقدير حجم مياه الأمطار التي تسقط فوق الأجزاء الشمالية من مصر (حوالي ٢٠٠ ٠٠٠ م^٣) بكمية تتراوح ما بين ٥ إلى ١٠ مليارات متر

مكعب في العام . من هذا المقدار يسيل فوق السطح كمية تتراوح بين مليار ونصف مليار متر مكعب ، ويعود جزء كبير منه بالبحر والنتح إلي الجو . والباقي يتسرب في الطبقات ، لكي يضاف إلي تغذية المياه الجوفية .

ويلاحظ أن المياه التي تسيل فوق السطح من مجاري الوديان المشار إليها تضيع في البحر أو في الملاحات الشاطئية .

وعندما ترتفع معدلات الأمطار الشتوية نسبياً - وهي ظاهرة تتكرر مرة كل أربع أو خمس سنوات - فإن كمية المياه التي تسيل فوق السطح قد تصل إلي مليار متر مكعب ، ويمتد أثرها ليشمل مساحات أوسع من الصحاري المصرية .

وعندما تتعرض الأراضي المصرية للأمطار الموسمية - وهي ظاهرة تتكرر مرة كل عشر سنوات فإن كمية أمطار التي تسيل فوق السطح قد تصل إلي ٥ مليارات متر مكعب ، ويكون تأثيرها ملحوظاً في مناطق البحر الأحمر وجنوب سيناء ، وفي حوض نهر النيل ، وكثيراً ما تحدث أضراراً بيئية شاملة.

وتبلغ كمية الأمطار الساقطة علي شبه جزيرة سيناء موزعة علي أحواضها المائية المختلفة- وكذلك كمية الأمطار التي تنساب

علي السطح وتخرج من الأحواض المائية في اتجاه البحر -
١٣١,٦٧ مليون م^٣ سنوياً ، وتمثل ٥,٢ ٪ من إجمالي المطر
الساقط .

وقد جرت - ولاتزال تجرى - محاولات كثيرة للتحكم في
مياه السيول هذه، نذكر منها:

أ - المحاولات القديمة التي يمكن إرجاعها إلى العصور القديمة أيام
الفراعنة والإغريق والرومان . وهذه المحاولات تتمثل في
عديد من السدود الترابية- وأحياناً الحجرية - الموجودة في
مجارى الوديان.

وتذكر المراجع أن هناك أكثر من ٣٠٠٠ خزان أرضى في
إقليم مريوط (بين الأسكندرية والسلوم) تتراوح سعة كل منها
بين ٢٥٠٠ م^٢ و ٣٥٠٠٠ م^٢. وتورد المراجع أيضاً أن حالة
الازدهار التي سادت هذا الإقليم أيام الرومان إنما كانت ترجع
إلى القدرة البشرية في المحافظة على مياه السيول.

ب - المحاولات الحديثة : وتتمثل في الأعداء النادرة من السدود
الحجرية الكبيرة نسبياً في مجارى الوديان . وقد بدأت في
فترة الحرب العالمية الأولى ، ومازالت مستمرة بدرجة

محدودة حتى الآن. وهى تتمثل فى سد وادى العريش ورافده شمالي سيناء ، وفى سد وادى الجراولة ، وسد وادى الرمل ، وسد أم شيطان بالقرب من مرسى مطروح ؛ وهى إما فى حالة تدمير وإما فى حالة أطماء كامل. وتعتبر السدود الترابية -أو القطوعات التى تكسوها الحجارة أحيانا والتى يقيمها البدو وتعرف لديهم باسم العقوم - واحدة من المحاولات البدائية فى هذا المجال.

٣-الموارد المائية الثانوية

ويقصد بها هنا المياه التى سبق استخدامها وتشكل حجوما كبيرة يمكن إعادتها إقتصاديا بعد معالجتها مباشرة تبعاً للظروف . ولكونها موارد ثانوية .. فإن حجومها ونوعياتها مرتبطة بنوع الاستخدام الأصلى ، وكثافته ، ومدى التغير الذى يحدثه فى الخواص الكيميائية والطبيعية والحيوية لهذه المياه.

كما أن الموارد المائية الثانوية تضم أيضاً المصادر المائية التى تحدد كمياتها ونوعياتها واقتصادياتها من استغلالها ، أو التى تتطلب تقنيات خاصة فى استغلالها أو تنميتها.

هذه الموارد يمكن تجميعها فى ثلاثة مصادر : هى:

ا - مياه الصرف الزراعى.

ب - مياه الصرف الصحى.

ج - مياه البحر (والمياه العالية الملوحة على العموم).

ا- مياه الصرف الزراعى

تعود بداية تنفيذ مشروعات صرف الأراضى الزراعية فى مصر إلى الفترة التى بدأ فيها تحويل نظام الرى فى الدلتا من الرى الحوضى إلى الرى المستديم بعد إنشاء القناطر الخيرية . وتعتبر محطة طلبات صرف العكس من أقدم محطات الصرف ؛ حيث تم إنشاؤها عام ١٨٩٨.

وقد استمر التقدم التدريجى فى صرف الأراضى الزراعية إلى أن تم إنشاء السد العالى عام ١٩٦٥ ؛ حيث لوحظ أن أحد الآثار الجانبية لهذا السد هو تدهور إنتاجية بعض الأراضى ، سواء بسبب ارتفاع الماء الجوفى ، أم بسبب زيادة نسبة الأملاح فى التربة ، أم لكلا السببين ؛ لذلك فقد بدأت وزارة الرى بمساعدة البنك الدولى فى تنفيذ برنامج ضخم يهدف إلى تزويد الأراضى الزراعية فى

مساحة قدرها خمسة ملايين فدان بالمصارف الحقلية والمجمعة والمغطاة، وكذلك المصارف الرئيسية المكشوفة ومحطات الطلمبات اللازمة لها.

ونظراً لأن شبكة الري فى دلتا نهر النيل تتكون من قنوات مكشوفة يتم توزيع المياه من خلالها بطريقة شبه بدائية لاتسعمل فيها طرق القياس الحديثة والدقيقة - بالإضافة إلى الإسراف في استخدام المياه على مستوى الحقل - لذلك فان هذه العوامل مجتمعة أو متفرقة تؤدي إلى زيادة نسبة الفواقد من مياه الري ، وينتهى بهذه الفواقد إلى شبكات الصرف ؛ وينتج من ذلك مايتأتى:

أ - أن إجمالى كمية مياه الصرف تعادل تقريباً نصف كمية مياه الري التى تمر فى القنوات الخيرية لرى أراضي الدلتا.

ب - أنه نظراً لاحتواء مياه الصرف على نسبة كبيرة من فائض مياه الري فان نوعية مياه المصارف تعتبر - بصفة عامة - من المياه المتوسطة الجودة ؛ أى إن نسبة الأملاح الذائبة بها تزيد علي نفس النسبة فى مياه الري ، ولكنها - فى الوقت نفسه - ذات نوعية تمكن من استخدام أجزاء منها بصفة مباشرة وأجزاء أخرى بعد الخلط بالمياه العذبة بنسب مختلفة.

وفى أوائل الخمسينيات بدأ التفكير فى إعادة استخدام مياه الصرف فى الجزء الجنوبي من الدلتا. ولتحقيق ذلك تم تحليل عديد من العينات التى نتج من تحليلها وثبوت صلاحيتها لإنشاء عدد من محطات الخلط بمناطق الدلتا المختلفة.

بعد الانتهاء من إنشاء السد العالى وظهور مشاكل الرشح وارتفاع مناسيب المياه الجوفية - نتيجة الإسراف فى استخدام مياه الري التى أصبحت متاحة بوفرة على مدار العام ، وكذلك نتيجة توقف عديد من الزراع عن الري لئلا وزيادة المساحات المنزرعة بحصول الأرز - ادى ذلك الي ايجاد كثير من العوامل الأخرى التى تشمل الجانبين الاقتصادى والاجتماعى ؛ مما حدا بالمستولين فى وزارة الري إلى سرعة التفكير فى إنشاء شبكة للصرف المغطى والمكشوف تشمل الوجهين القبلى والبحرى ، كما تشمل الفيوم.

ومع بداية التوسع فى إنشاء شبكات الصرف المغطى والمكشوف ازداد الاهتمام بتحليل مياه المصارف للأغراض الآتية:

أ - دراسات تلوث البيئة.

ب - مشروعات إعادة استخدام مياه الصرف لأغراض الري.

ج - دراسات تأثير تنفيذ مشروعات الصرف على الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة.

د - أبحاث تقسيم مشروعات الصرف وأثرها في الإنتاج المحصولي.

هـ - الأبحاث الخاصة بعلاقة المقننات المائية ونظم الري بكمية ونوعية مياه الصرف.

أما عن كمية مياه الصرف فقد اقتصر قياسها على تجميع البيانات عن تصرفات محطات طلبات الصرف ، وكذلك قياس تصرفات بعض المصارف التي تصب في البحر المتوسط أو البحيرات؛ وذلك عند الحاجة إلى تنفيذ أية مشروعات خاصة بهذه المصارف.

غير أن قياس كمية ونوعية مياه الصرف - على أسس علمية سليمة ، وبطريقة منتظمة - لم يبدأ إلا عام ١٩٧٧؛ حيث قام معهد بحوث الصرف بتجميع عينات من بعض المصارف الرئيسية وتحليلها كيميائياً ، وكذلك قياس تصرفات بعض المصارف. وتركزت الدراسات في ذلك الوقت على مصرف بحر حادوس وفروعه ومصرف السرو الأسفل بمنطقة شرق الدلتا ؛ نظراً لما كان

لهما من أهمية فى تصميم ترعة السلام ، وكذلك فى منطقة الفيوم ؛ حيث تركزت الدراسات على إمكانية خط مياء مصرف الطاجن بمياه ترعة بحر النزالة.

ب - مياه الصرف الصحى

كان من آثار التزايد السكانى والتوسع العمرانى الذى صاحب ذلك وإنشاء مدن جديدة أو أحياء جديدة فى أطراف المدن الجديدة ؛ ثم ما استتبع ذلك من ارتفاع فى استهلاك معدل الفرد من المياه، أن تراكم الضغط على شبكات الصرف الصحى القديمة ؛ مما استلزم إنشاء شبكات حديثة للصرف الصحى فى المدن الكبيرة ؛ كالقاهرة والإسكندرية ، وتجديد أو إنشاء شبكات جديدة فى مدن أخرى ؛ لتستوعب الكميات الكبيرة من مياه الصرف الصحى.

وقد بدأ التعامل مع هذه المياه أولاً من وجهة النظر البيئية والصحية لتلافى آثارها الضارة ؛ عن طريق معالجتها والاستفادة من الرواسب الصلبة التى تحملها - بعد تخفيفها - كسماد عضوى؛ غير أنه تقرر فى الأعوام الأخيرة أن يخطط لإستخدام هذه المياه - بعد معالجتها - فى أغراض الري للتوسع الزراعى الأفقى فى مساحات يجرى اختيارها ؛ وتطبيق محاذير خاصة بنظم الري

المستخدمة وأنواع الحاصلات ... إلخ ؛ بما يكفل سلامة الإنسان والحيوان ، وخصوصا بعد أن ازداد تلوث هذه المياه بالعناصر الثقيلة وخاصة بعد أن أصبحت مخلفات بعض المصانع تصب مباشرة فى شبكة الصرف الصحى دون معالجة.

وتقدر الكميات المتاحة من هذا المورد عام ٢٠٠٠ بحوالى ملياري متر مكعب من الماء.

ولقد تمكنت بلدية باريس من استعمال مياه المجارى فى إنتاج البيوجاز الذى يتم إنتاجه من عملية التحلل اللاهوائى . ويستخدم هذا البيوجاز فى إدارة تربيّات توليد الطاقة الكهربائية ، وهذه الطاقة تمثل ٧٠٪ من الطاقة الكهربائية لباريس.

ج - مياه البحر

مع تطور التقنيات الحديثة والإنجازات العلمية فى كافة المجالات اتسع النشاط فى مجالات استخدام المياه المالحة - بتركيزات عالية تصل إلى التركيزات فى ماء البحر بل أعلى منها - فى استزراع نباتات يقال إنها اقتصادية. إلا أن مياه البحر كمورد للماء العذب أمر معروف منذ أمد بعيد ، ويجىء تنفيذه

على نطاق واسع فى كثير من الدول ، وخصوصاً دول البترول العربية. وسنذكر فى مجال استخدام مياه البحر كمورد مائى.

إعذاب المياه

لقد طبق أسلوب إعذاب المياه المالحة فى مصر على مستوى متزايد خلال الثلاثين عاما الماضية؛ وذلك لتوفير مياه للشرب فى الحالات التى لا يوجد فيها مورد آخر للماء العذب. وعموما فإن التكلفة مرتفعة جداً إذا قورنت بتنقية المياه السطحية أو الجوفية غير المالحة.

ومع بداية عام ١٩٨١ كانت توجد فى مصر ٢٢ محطة لتحلية المياه؛ قدرتها اليومية تصل إلى ٢٩٨٠٠ م^٣. وتتراوح قدرة تلك المحطات بين ٢١٠٠ م^٣ و ٢٢٠٠ م^٣ فى اليوم للمحطة الواحدة. وهذه المحطات تتنوع من حيث طرق التشغيل.

الباب الرابع

تلوث المياه

تلوث الماء هو كل تغير فى الصفات الطبيعية أو الكيماوية أو البيولوجية للماء، يجعله مصدراً حقيقياً ، أو محتملاً للمضايقة ؛ أو للإضرار بالاستعمالات المشروعة للمياه؛ وذلك عن طريق إضافة مواد غريبة تسبب تعكير الماء ، أو تكسبه رائحة أو لونا أو طعما ، وقد يتلوث الماء بالميكروبات ؛ وذلك بإضافة فضلات آدمية أو حيوانية ، أو قد يتلوث بإضافة مواد كيماوية سامة أو تسربها ومن ثم يمكن القول إن المقصود بتلوث الماء هو تغييره فى طبيعته وخواصه فى مصادره الطبيعية المختلفة ؛ بحيث يصبح غير صالح للكائنات الحية التى تعتمد عليه فى استمرار بقائها.

إن تلوث الماء مفهوم نسبي ؛ حيث لا توجد مادة فى حالة نقية تماماً؛ فالماء مركب كيماوى ثابت التكوين ؛ وبهذا المفهوم لا تكون

المياه الطبيعية نقية قط. ويتوقف مدى خطورة أو تلوث الماء - وفقا للمستويات المختلفة من حالة إلى أخرى - على نوعية الاستعمالات المقصودة أو الغرض من الاستعمال ؛ فعلى سبيل المثال: الماء الذى يعتبر ملوثا أو خطرا على الاستخدام الأدمى يمكن أن يكون مناسباً وملاماً للاستخدام فى الصناعات وغيرها، حيث يستخدم مصنع الحديد Baltimore Steel Company فى مدينة بلتيمور بولاية ميريلاند لصناعة الحديد مياه المجارى المعالجة ؛ لأنها أرخص مياه ، وليس لها أى تأثير على الحديد وصناعته.

وعلى غير المعتاد فإن المياه التى تعتبر مأمونة للإنسان، يمكن ألا تكون مناسبة وملامة للاستعمالات الصناعية فعلى سبيل المثال فى الصناعات الكهربائية تستخدم نوعية معينة من المياه خالية من المعادن ؛ بينما تكون المعادن أكثر صحة وأهمية للإستهلاك الإنسانى، فى حين أنها تؤدى إلى تآكل الغلايات المستخدمة فى الصناعات الكهربائية.

وعلى ذلك يعتبر الماء ملوثا بمادة أو أكثر إذا كان غير مناسب للاستعمالات المرادة ؛ كالاستعمالات المنزلية ؛ أو الصناعية ؛ أو موارد المياه الزراعية ، أو غير ذلك .

ويعرف تلوث البيئة المائية بأنه : " إدخال أية مواد أو طاقة بواسطة الإنسان فى تلك البيئة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ؛ مما يؤدي إلي الإضرار بالأحياء المائية . أو تهديد صحة الإنسان أو إعاقة الأنشطة بما فى ذلك صيد الأسماك؛ وإفساد صلاحية الماء للاستعمال ، وخفض مزاياه.

وهناك تعريف آخر يستبعد شرطي إدخال المادة أو الطاقة عن طريق الإنسان يقول بأن تلوث الماء هو : "كل تغيير فى الصفات الطبيعية والكيمائية والبيولوجية للماء ؛ مما يجعله عائقا للاستخدامات المشروعة للمياه " .

ويذهب البعض في تعريفهم إلي أن تلوث البيئة المائية هو : " إضافة مواد أو حرارة متزايدة إلي المياه ، تكون ضارة بالإنسان أو الحيوان أو الحياة المائية المرغوب فيها ؛ أو تحدث انحرافا معينا من النشاط الطبيعي بأجسام المياه الداخلية إلى أجزائها المختلفة".

وهناك تعريف آخر لتلوث المياه يرى أنه أى تلوث أو تغيير فيزيائى أو كيميائى أو بيولوجى خاص بجزيئات الماء ؛ أو أى تدفق من المصارف أو المجارى لأية سوائل أو غازات أو مواد صلبة إلى المياه (سواء بطريق مباشر ، أم غير مباشر) || بحيث يحدث

أذى أو ضرراً بالصحة العامة ؛ أو الأمن ؛ أو الخدمات الزراعية والصناعية والاقتصادية أو الاستعمالات المشروعة الأخرى، أو يؤدي إلى ضرر بحياة وصحة الحيوانات أو النبات أو الأحياء المائية الأخرى".

أما اللجنة القومية للمياه في الولايات المتحدة الأمريكية فقد وضعت تعريفاً محدداً لتلوث المياه ، تكون المياه بمقتضاه ملوثة إذا لم تكن على مستوى كفاءة عالية يجعلها مناسبة لمستوى الاستخدام الآدمي المأمون ، سواء أكان ذلك في الحاضر ، أم في المستقبل.

مراحل تحليل الملوثات

عادة ما يمر الملوث في الوسط المائي بثلاث مراحل لتحلله :

1- منطقة التحلل Degredation area :

هي المنطقة التي تبدأ فيها عملية التحلل للملوث ؛ حيث تتجمع الملوثات - عادة - في القاع في الطبقة الطينية ؛ إذ تترسب المواد الصلبة وتزداد فيها نسبة التعكر وأعداد البكتيريا ، وتختفي بعض أنواع الفطريات لعدم قدرتها على تحمل الظروف البيئية الجديدة . وقد تنقرض تماماً بعض الكائنات ، بينما تعود

كائنات أخرى.

وعند فحص قاع المجري المائي - عند هذه النقطة - تتواجد كثير من الكائنات الحية الكبيرة مثل الديدان الحلقية و الإسطوانية، ويرقات الحشرات والأكاروسات ، وتنخفض اعداد الطحالب لقلة الضوء ، وتنشط أنواع عديدة من الكائنات الحية الصغيرة ؛ مثل البكتريا والبروتوزوا ، وخاصة الهدبيات والخيطيات .

ب - منطقة التحلل النشط: Active decomposition area

وفيهما تقل درجة التعكر وتزداد أعداد البكتريا بدرجة كبيرة ، وكذلك الفطريات ؛ وذلك في الرواسب التي تجمعت في القاع قرب نهاية المنطقة . ونلاحظ زيادة في نشاط الهائمات الحيوانية التي تقوم بالتهام الأوليات النباتية . وتخرج نواتج تحلل هذه الكائنات في صورة نترات وفوسفات، وتظهر أنواع من الطحالب.

ج - منطقة الانتعاش Recovery area :

وهي منطقة تالية تتميز باستعادة المجري المائي لحالته الأولى ؛ من حيث محتواه من الأكسجين وبقية خواصه الطبيعية . وتبدأ الصورة البيولوجية في التحول لصالح النشاط النباتي فيتوفر الضوء ، وتزداد

أعداد الطحالب ، ويبدأ نمو الأعشاب المائية ؛ مثل عدس الماء ،
والأكويدا ، والازولا ورد النيل وغيرها من النباتات التي تنافس الطحالب
في كمية الضوء المتاح.

الملوثات الطبيعية

وهي النابعة من مكونات البيئة نفسها وتعتمد عليها ، فهي تتضمن
الملوثات البيولوجية أيضاً ، مثل الحشرات المضارة والميكروبات
والطفيليات وغيرها ، وهي الملوثات التي ليست من صنع البشر..

فالملوثات الطبيعية قديمة قدم الإنسانية ، حيث وجدت
المخلفات في الماء منذ بدء ظهور الكائنات الحية على سطح الكرة
الأرضية* ولم تقتصر هذه الملوثات على الفضلات الطبيعية لأجسام
الكائنات الحية فحسب ؛ بل لأن المادة العضوية الميتة دائماً ما تتخذ
طريقاً لها في الممرات والمسطحات المائية كالبحيرات - والقنوات
والأنهار والمحيطات .

ويسهم تدفق المياه الجارية - بما في ذلك الأمطار - فوق
التربة والصخور والرواسب المعدنية بإضافة قدر كبير من الفضلات
العضوية والرواسب والمواد المعدنية إلى موارد المياه ، كما تشارك

ظاهرة تآكل التربة فى إلقاء كميات كبيرة من الفضلات فى المسطحات المائية. وفى هذا الصدد تلعب الأراضى الزراعية والتربة غير المحمية فى الغابات ومناطق الرعى والمناجم دوراً بارزاً فى عملية تآكل التربة وتحليلها ؛ ومن ثم.. تكوين الرواسب فى الممرات المائية .

الملوثات البيولوجية

يقصد بالملوثات البيولوجية وجود كائنات حية مرئية أو غير مرئية بالعين - نباتية كانت أم حيوانية - تلوث الوسط البيئى (هواء - ماء - تربة). ومن هذه الكائنات التى تسبب التلوث البيولوجى للأوساط البيئية المختلفة: البكتيريا - الفيروسات - الفطريات - الأوليات الحيوانية - كما قد توجد مراحل (أطوار) دقيقة (بويضات - يرقات - أطوار معدية) من دورة حياة بعض الكائنات نباتية كانت أم حيوانية بالوسط البيئى ؛ مثل بعض الطفيليات كاللهارسيا والدودة الكبدية وديدان القناة الهضمية، وكذلك الحشرات مثل البعوض وغيره .. ومن هذه الكائنات مايرى بالعين المجردة ؛ مثل بعض الطحالب والنباتات المائية، ومنها لايمكن رؤيته إلا باستخدام المجهر؛ مثل البكتيريا، وأغلب

الفطريات، والأوليات الحيوانية ومن هذه الكائنات والأطوار ما يكون أكثر انتشارا فى وسط بيئى معين، ويرجع ذلك إلى طبيعة وحجم تلك الكائنات.. فكلما كانت الكائنات دقيقة كان انتشارها فى جميع الأوساط البيئية أمرا " سهلا، ويتضح ذلك جليا فى حالة البكتيريا والفطريات والفيروسات التى تنتشر فى الهواء، والماء، والتربة.

و وجود مثل هذه الكائنات وهذه الأطوار فى الوسط المائى قد يحدث فيه تغييرا ملموسا أو غير ملموس ؛ فمثلا وجود بعض الفطريات أو الطحالب أو بعض الأوليات الحيوانات الأولية فى المياه قد يؤدى إلى تعكيرها، وتلوينها، وتغيير مذاقها ورائحتها، وبالطبع لا يصلح مثل هذا النوع من المياه للاستخدام الأدمى المباشر. وفى كثير من الحالات قد تبدو المياه عادية من حيث الطعم واللون والرائحة ؛ إلا أنها تحتوى على كائنات دقيقة كالبكتيريا بأنواعها أو الفيروسات أو فطريات معينة، أو أطوار معدية لبعض الطفيليات، أو أوليات حيوانية، كما أن وجود مثل ذلك فى المياه يتسبب فى الإصابة بكثير من الأمراض ، ويجعلها مياه ملوثة.

الأضرار الناتجة من التلوث البيولوجى

بما لاشك فيه أن مياه الصرف تحمل كثيرا من الميكروبات وعلى رأسها البكتيريا . وتعمل هذه الميكروبات على تلوث المياه، وتلوث المنتجات المائية من أسماك وروخويات وقشريات وغيرها، وإذا ما استخدم الإنسان تلك المياه الملوثة فى الشرب أو غسل بعض المأكولات أو تناول تلك الكائنات المائية الملوثة فإنها تسبب له أمراضا مختلفة قد تؤدي إلى تسممه وربما الي موته إذا لم تكن هناك إسعافات سريعة . ومن أهم هذه البكتيريا والأمراض المسببة لها الآتى:

Salmonella

١ - السالمونيلا

وهى نوع من البكتيريا العصوية ، ومنها أيضا عصويات التيفود؛ حيث أنها تسبب مرض (التيفود) و(الباراتيفود) . وقد اجتاح التيفود بلادا كثيرة منها لندن ؛ وذلك فى أواسط القرن التاسع عشر، وكان ذلك ناتجا من تلوث المياه بقاذورات المجارى، وقد ادى ذلك إلى الإصابة بمرض السالمونيلاوزيس Salmonellosis والذي يصيب الإنسان والحيوان.

Shigella

٢ - الشيغيلا

وهى نوع من البكتيريا العصوية تسمى عصويات
الدوسنتاريا، وتختلف عن عصويات التيفود فى كونها لا تتحرك،
وتسبب مرض (الدوسنتاريا الباسيلية) - الشيجللوزيس Shigellsis

Vibrio cholerae

٣ - فيبروكوليرا

وهى نوع من البكتيريا العصوية تعرف بعصويات الكوليرا
(عصويات الواوية)؛ حيث تظهر على شكل «و» تحت المجهر؛
وتسبب مرض الكوليرا.

وتحدث العدوى عن طريق مياه الشرب، فإذا وصلت بكتيريا
الكوليرا إلى ماء الشرب - تكاثرت ونشطت وسببت وباء بين
الناس يسمى (الكوليرا - Cholera) .

وقد اجتاحت هذا الوباء مناطق معينة مثل الهند - المكسيك -
السودان - ومصر وكثير من الدول الإفريقية وفى إيطاليا سنة
١٩٧٣م وفى مصر سنة ١٩٤٧م .

Leptospira

٤ - الليبتوسبيرا

عبارة عن نوع من السبيروختا Spirochaeta يسبب مرض
ويلز Weil's Disease، وتعيش هذه الكائنات فى الجهاز البولى

للفتران التى تعيش بالقرب من المياه الراكدة والمجارى، وتخرج هذه البكتيريا مع بول هذه الفتران . وقد تتسل هذه الفتران إلى خزانات أو حاويات المياه التى تستخدم فى الشرب أو الاستحمام أو الأغراض المنزلية وتلوث الماء وتنقل العدوى إلى الإنسان.

٥ - شعبة العصويات القولونية

عبارة عن نوع من البكتيريا تعيش فى القناة الهضمية للإنسان، وإذا وجد هذا النوع من البكتيريا فى الماء العادى دل على تلوثه، ويحدث هذا التلوث بتسرب الفضلات الآدمية إلى مصادر المياه.

وفى ظروف خاصة تنتقل هذه البكتيريا إلى أجزاء الجسم ؛ فتحدث بعض التهابات فى الكبد والعظم مؤديه إلى تكوين خراجات، وكذلك التهابات فى أعضاء الجهاز البولى ؛ مثل الكلى والحالب والمثانة البولية؛ وفى حالات نادرة جداً قد تسبب مرض التهاب السحائى؛ وهو يعنى حدوث التهابات فى الأغشية المحيطة بالمخ والحبل الشوكى .

ويوجد كثير من الأوليات الحيوانية التى تلوث الماء وتسبب

للإنسان والحيوان أمراضاً خطيرة .. ومن أهم تلك الأوليات الآتى:

الأميبا الطفيلية أو إنتاميبا هستوليتيكا

Endamoeba histolytica

وهو نوع من الأوليات المتطفلة التى تسبب مرض الدستاريا
الأميبية (الزحار الأميبى) فى الإنسان - مرض الأميبا -
Amoebiasis ، ويعيش هذا الطفيل فى الأمعاء الغليظة ، وتحدث العدوى
عن طريق الماء الملوث.

الجيارديا:

يعتبر طفيل الجيارديا من الطفيليات الوحيدة الخلية- أى
التي تتركب من خلية واحدة مثل الأنتاميبا- ويعيش داخل الجهاز
الهضمى للإنسان ؛ خاصة فى الأمعاء الدقيقة. وما يساعد على
إنتشاره قرب خزانات (بيارات) الصرف الصحي من خزانات مياه
الشرب ومضخات رفع المياه كما هو شائع فى كثير من المدن
والقرى.

بلانتيويوم كولاى:

وهذا طفيل ثالث من الأوليات الحيوانية، وهو من الطفيليات

الهدبية الشائعة الانتشار، ويعيش فى الأمعاء الغليظة للإنسان، وطريقة العدوى هى نفس طريقة العدوى فى حالة الطفيلين (أنتمبيا هستوليتيكا، والجيارديا) ؛ وذلك بشرب ماء ملوث أو تناول خضروات أو فاكهة مغسولة بالمياه الملوثة

أهم الطفيليات التى تلوث الماء والأمراض التى تسببها:

كثير ما تحتوى المياه - وخاصة المياه العذبة - على مجموعات من القواقع ، والتى تعتبر حاضنات تكتمل فيها دورة حياة كثير من الطفيليات. ومن القواقع تنطلق الأطوار المعدية بأعداد هائلة لتلوث المياه ، وتسبب الإصابة بكثير من الأمراض الخطيرة.

طفيل دايفلويثرىم:

وهو من الديدان الشريطية ، ويسبب مرض الدايفلويثرىم . ومن أعراضه اضطرابات فى البطن مع نوبات من القيء والأنيميا. ولتجنب الإصابة بالطفيل يجب عدم التبرز بجوار الممرات المائية، والحرص الشديد على عدم تلوث المياه بالمخلفات البرازية.

كما يؤدى الماء الملوث إلى إصابة الإنسان أو الحيوان ببعض

الطفيليات ؛ مثل الدودة الشريطية (التينيا).

ديدان الاسكارس (ثعبان البطن).

ديدان البلهارسيا بنوعيتها ، بلهارسيا المسالك البولية
و بلهارسيا المستقيم.

طفيل الهتروفيس:

وهو يصيب السمك أساساً، وتحدث العدوى للإنسان إذا
ماتناول سمكا غير مطهو جيداً.

أهم الفيروسات التى تلوث الماء والأمراض التى يسببها:

فيروس الكبد:

إن فيروس الكبد- وخاصة الفيروس (A) - يؤدي إلى مرض
إلتهاب الكبد الفيروسي ، و من أهم أعراضه خلل فى وظيفة
الكبد؛ مما يؤدي إلى الإصابة بمرض اليرقات (الصفراء).

كما تؤدي المياه الملوثة بمياه الصرف - وخاصة عند الاستحمام
أو السباحة فيها - الى الإصابة بكثير من الأمراض الجلدية ،
وخاصة التينيا بأنواعها المتعددة . وقد يصاب البعض بأنواع معينة

من الإرتكاريا (الحساسية).

وقد تتمكن بعض الميكروبات من النفاذ خلال الجلد إلى الدم ؛ محدثة أضرارا بالغة، كما لاتنجو الأجزاء العليا من الجهاز التنفسي من الإصابة بكثير من الفطريات والبكتيريا التى تسبب أمراضا خطيرة بتلك الأجزاء ، تظهر فى صورة حساسية ، وتهيج فى الغشاء المخاطى للأنف والحلق ، واضطرابات فى المجرى التنفسي، وسعال متقطع، والتهاب الزور والجيوب الأنفية. كما أن العين والأذن لايفلتان من الإصابة ببعض الأضرار التى تسببها تلك الميكروبات الموجودة بالمياه الملوثة ؛كالتهاب ملتحة العين ؛ والقناة السمعية.

الأبعاد الصحية للإمكانات المائية والصرف الصحى

Health dimension of water supply and Sanitation

لا يوجد أى شك فى أن المياه يمكن أن تعمل كناقل للأمراض
والطفيليات ؛ حيث تعتمد هذه الكائنات على الماء فى حياتها.
ويبدو هذا واضحاً إذا أخذنا - فى الحسبان عادات وتقاليد الشعوب
وإستخداماتها وتعاملها مع قطرة الماء.

وعموماً يمكن تقسيم علاقة الأمراض والطفيليات بالماء

التالى:

Water Borne diseases **أولاً: أمراض متولدة من الماء**

وهى النوعية الأولى من الأمراض التى تسببها بعض
الميكروبات التى تعيش فى الماء ، والتى يمكن أن تصل إلى
الإنسان عن طريق الشرب . وتنتقل هذه الميكروبات إلى الإنسان
عند عدم وجود مصادر مياه شرب مأمونة . وأهم هذه الأمراض
التيفود والكوليرا . وتعتبر مثل هذه الأمراض من أخطر ما يواجهه
المسؤولين عن مياه الشرب التى يتم ضخها فى شبكات مياه الى

أعداد كبيرة من البشر؛ كما يحدث فى المدن ؛حيث تنحصر
خطورتها فى انتشار الأمراض الوبائية فى هذه الحالة إلى أعداد
هائلة من البشر.

لقد أوضحت الدراسة - التى أجريت فى مصر - أن عدد
الموتى بالأمراض المتولدة من الماء عام ١٩٨٧ بلغت ٤٨,٤٥٨
حالة ؛ منها ١٠٢ حالة أمراض طفيلية، و ٢٨٥ و ٤٠ حالة
بالتيفود والأمراض المعدية ؛ و ١٤ و ١٠ حالة لأمراض البكتيرية

ثانياً: أمراض ناتجة عن الفسيل بالماء: Water washed diseases

حديثاً زاد الاهتمام بالأمراض التى تنتج من الفسيل . وأهم
هذه الأمراض أمراض الإسهال ، وأمراض الجلد ، وأمراض
العيون . وتنتشر هذه الأمراض فى الأماكن التى لا تتوفر بها كمية
المياه اللازمة للنظافة الشخصية ؛ حيث تنتقل هذه الأمراض أثناء
التنظيف من إنسان إلى آخر؛ نظراً لعدم توفر المياه ؛ حيث تنتقل
من شخص إلى آخر ؛ أثناء استعمال كمية صغيرة من الماء فى هذه
الأغراض.

٥٤ - أمراض مسئول عنها الماء: Water based diseases

وهي الأمراض التي تعتمد على الماء لتكملة دورة حياتها ؛
مثل الطفيليات التي تعتمد على الماء ، وبعض العوائل التي
تعيش فى الماء ، وأهمها البلهارسيا ، ودودة الجوانيا ، ودودة
الإسكارس ، والدودة الكبدية ، وغيرها من الطفيليات التي
تكمل دورة حياتها فى الماء فقط أو فى عوائل تعيش فى الماء .

وعادة ما ينتقل بيض وأطوار هذه الطفيليات إلى الماء أثناء
عملية التبرز أو التبول قرب الماء أو فيه ؛ حيث تقضي الطفيليات
جزءا من دورة حياتها داخل عوائل أخرى أهمها القواقع والأسماك..
وتعتمد هذه الطفيليات على زيادة النسل فى توسيع عطية
انتشارها ، وفى التأكد من وصولها إلى الإنسان.

رابعاً - أمراض مرتبطة بعائل ناقل للمرض

وهو الطريق الرابع لنقل الأمراض للإنسان؛ حيث تستعمل
بعض الكائنات الناقلة للأمراض الماء كوسيلة لإتمام دورة حياتها
فالبعوض الذى ينقل الحمى الصفراء والملاريا علي سبيل المثال-
يستخدم الماء لإتمام دورة حياته ؛ حيث تضع البعوضة البيض فى
الماء الذى يتحول إلى يرقات وعذارى ، ثم تخرج الحشرات الكاملة

التي تقتصص دم الإنسان المصاب ؛ حيث تتم دورة حياة جنسية الطفيل داخل جسمه ، وتتم دورة حياة الطفيل داخل جسم الإنسان.

ولقد أضيفت مجموعة أخرى من الأمراض أطلق عليها الأمراض الموزعة عن طريق الماء Water disperseal diseases ؛ وهي أمراض خطيرة جدا علي الصحة العامة في الدول المتقدمة ؛ فعلى سبيل المثال هناك بعض الأميبيات تدخل الأنف أثناء تواجد الإنسان في الماء . ورغم أنها غير ممرضة فإن وجود المياه الدافئة قد تسد الأنف مما يؤدي إلي وفيات.

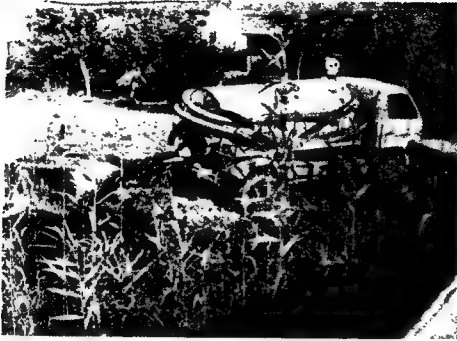
كما أن هناك بعض البكتريا (مثل جنس Legionella) يمكنها أن تتكاثر بكثرة في الماء . وفي وجود الهواء يمكن أن تنتشر هذه البكتريا بفعل الهواء لتصل إلى الجهاز التنفسي للإنسان . وكل هذه الأنواع الخمسة من الأمراض تلعب فيها نوعية المياه ومدى توفر وسائل الصرف الصحي الدور الأول في انتشارها .

ومن واقع بيانات هيئة الصحة العالمية اتضح أنه بنهاية هذا العقد سيتواجد ١٢٠٠ مليون شخص في العالم لا تتوفر لهم مياه نظية مأمونة شكل (١) كما أنه سوف يتواجد ١٨٠٠ مليون بدون خدمات صرف صحي . ومن خلال التقسيم السابق للأمراض المتعلقة

بالماء نجد أن هناك ثلاثة أنواع من الأمراض أو ثلاثة مجموعات من هذه الأمراض ترتبط ارتباطاً تاماً بعملية الصرف الصحي : شكل (٢) - وتوفر المياه الصالحة للشرب كما أن الإصابة بالكوليرا والتيفود وديدان البلهارسيا والإسهال - والتي غالباً ما تنتج من عدم توفر شروط صحية جيدة للوقاية منها تعتبر من أهم الأمراض المنتشرة في المجتمع الدولي.



شكل (١): نقطة ماء نقية لنظافة الانسان.



شكل (٢): سيارات لحكم المحلي تقوم بإلقاء الصرف الصحى

بالمصادر المائية

ويوجد فى المجتمع الدولى مجموعة أخرى خطيرة من الأمراض مرتبطة بالماء ؛ وهى الأمراض الناتجة من تواجد التترات والعناصر الثقيلة والمبيدات الناتجة من النشاط الزراعى والصناعى فى المناطق الصناعية أو الزراعية ؛والتى تلوث مياه الشرب فى هذه المناطق.

إن من مؤشرات عقد التسعينيات أن ما بين ٤-٥ مليون حالة

وفاة قد حدثت فى العالم بسبب الإسهال سنويا فى الأطفال الأقل من خمسة أعوام . وفى السنتين الأولى والثانية من عمر الأطفال يموت ١٥ من كل ١٠٠ طفل بالإسهال .

ولقد أثبتت البحوث أنه - عن طريق تقديم المياه المأمونة وتنفيذ الصرف الصحى - يمكن خفض نسبة الوفيات فى الأطفال ألى أقل من النصف ؛ حيث يوجد فى أفريقيا ١٠ ملايين من البشر يصابون بدودة غينيا الموجودة فى مياه الشرب ، كما يوجد أكثر من ١٠٠ مليون من البشر يعانون من خطر الإصابة بهذا الطفيل فى كل من آسيا وأفريقيا .

ومن الأمراض الخطيرة التى تواجه العالم حالياً مرض البلهارسيا^٤ الذى ينتشر فى ٧٦ دولة ، ويصيب ٢٠٠ مليون من البشر . ومن المنتظر أن يصاب أكثر من ٤٠٠ مليون من البشر فى المستقبل . ورغم أن البلهارسيا لا تنتقل عن طريق شرب الماء فإنها مرتبطة ارتباطا كبيرا باحتكاك البشر بالماء العذب وبوضع الشكل (٣ و ٤) الاستعمال السيء للمياه العذبة من جانب المواطنين . خصوصا بعد انتشار وسائل الرى بالراحة التى أتاحت لهذا المرض زيادة الإلتشار .



شكل (٣) : عملية غسيل الاواني في المصادر المائية



شكل (٤) : السيدات يقمن بفصل الملابس في المصادر المائية.

ويمكن الحد من انتشار هذا المرض أو تقليله بنسبة تصل إلى ٦٠٪ إذا تم تنفيذ برامج إعلامية موجهة تحذر المواطنين من الاحتكاك بالمياه العذبة ، أو توجيههم الي عدم التبرز أو التبول بالقرب من مصادر المياه.

ومن الملوثات البيولوجية - الخاصة بالمياه - نمو كثير من النباتات المائية المغمرة ونصف المغمرة والطافية بكميات ضخمة ؛ لدرجة أن هذه النباتات قد تمتد لمساحات كبيرة فى المجرى المائى مؤدية إلى مشاكل بيئية . ومن أمثلة هذه النباتات النباتات المغمرة؛ مثل:

١ - نبات الأيلوديا Elodea

ويتنشر هذا النبات فى أماكن كثيرة منها البحيرات، والبرك والقنوات ، والمجارى المائية التى ينساب فيها الماء ببطء.

٢ - نبات نخشوش الحوت Ceratophyllum

يتنشر نبات نخشوش الحوت فى جميع المناطق المائية ،عدا المناطق الشديدة البرودة . وغالبا ما يؤدي إلى انسداد أو ضيق القنوات المائية..

ينمو نبات الرويبا -عادة - فى المياه الراكدة أو المياه القليلة الملوحة، وفى الماضى كان يشاهد النبات قدرا فى المياه العذبة القريبة من البحار. وفى السنوات الأخيرة بدأ ينتشر بدرجة كبيرة فى قنوات المياه العذبة.

كما توجد النباتات المائية الطافية ، وتتميز هذه النباتات بأن لها جذورا توجد هى والجزء السفلى من المجموع الخضرى تحت سطح الماء، أما الجزء العلوى من المجموع الخضرى فيكون طافيا على السطح، ومن أمثلة ذلك:

١ - نبات البشنين: «عرائس النيل» .

٢ - نبات الزقلم (خس الماء): «زقوم» .

٣ - ورد النيل (الياسنت المائى): ويعتبر ورد النيل من النباتات الحولية . أى التى تعيش عاما أو موسما واحدا، وفى الوقت نفسه يعتبر من النباتات النامية طوال العام . ويتميز هذا النبات بأزهاره البنفسجية ، ويطلق نبات ورد النيل على السطح ، وتمتد جذوره الليفية الكثيفة تحت سطح الماء، وتظهر

أوراقه الخضراء اللامعة مثل الوردة حول الساق.

وقد انتشر هذا النبات بطريقة بشعة فى جمهورية مصر العربية خاصة بعد إنشاء السد العالى ، و هو يسبب ببطء حركة التيارات المائية ، شكل (٥).



شكل (٥) : نبات ورد النيل

وتساعد الرياح والتيارات الماء علي انتشار هذا النبات وغيره من النباتات المائية ؛حيث إنها تحمل البذور والنباتات الصغيرة من منطقة إلى أخرى، وقد تلتصق النباتات الصغيرة بالناقلات النهرية

والسفن التى تعبر من مناطق ملوثة إلى أخرى نظيفة ، أو عن طريق النباتات ذاتها لتستغل فى بعض الأغراض.

المشاكل البيئية التى تسببها النباتات المائية

* إعاقة حركة المياه وضعف تيار الماء ، وربما انسداد المجرى المائى أحيانا . وهناك قنوات ومجار مائية بأكملها قد سدت بالنباتات المائية المتنوعة ؛ مما أدى إلى بوار مساحات كبيرة من الأراضى التى كانت تعتمد على تلك القنوات فى عملية الرى ، كما تسبب تلك النباتات انسداد مضخات رفع المياه وتلفها.

* قتل النباتات وسطا خصبا لانتشار كثير من القواقع التى تكتمل فيها دورة حياة كثير من الطفيليات الضارة ؛ مثل البلهارسيا ، والدودة الكبدية ؛ إذ تتعلق القواقع بهذه النباتات وتتغذى على بعض أجزائها الحضرية ، وكذلك البكتيريا والفطريات ، كما أنها مجال لإيواء كثير من الحشرات المتنوعة والقوارض.

* تتسبب النباتات المائية فى فقد نسبة كبيرة من المياه المعجزة وراء السدود والخزانات، كما تسبب - أيضاً - اضطرابات فى عمليات توليد الكهرباء من المساقط المائية.

* الأجزاء المتساقطة من تلك النباتات قد تتعفن وتصبح مرتعا لكثير من البكتيريا والفطريات الضارة، وتحلل تلك الأجزاء بفعل البكتيريا يؤدي إلى اختزال كمية الأوكسيجين الموجودة ؛ مما يؤدي إلى اضطراب فى البيئة المائية.

* تعمل النباتات المائية الكثيفة على إعاقة عمليات النقل النهري وعرقلة حركة الملاحه ، كما أنها تؤثر في عمليات صيد الأسماك، كما أن حركة الزوارق واللنشات تكون صعبة، وكذلك فإن هناك مناطق من مجرى النيل غزتها النباتات المائية ؛ مما أدى إلى ضيق مجرى النهر فى تلك المناطق.

و هناك جزر بأكلها من النباتات المائية ممتدة فى النهر لمساحات واسعة . ويمرور الوقت وانحسار المياه - كما يحدث أثناء السدة الشتوية للنيل وفى فترات الجفاف - قد تموت تلك الجزر وتحلل مخلفاتها النباتية ؛ مما يؤدي إلى انقراض مجرى النيل بالتدريج، كما أن النباتات المائية الكثيفة تحجب نسبة كبيرة من أشعة الشمس الساقطة على المياه، وبذلك تحرم كثيرا من الهائمات المائية (البلائكتون) من القيام بعملية البناء الضوئى ؛ مما يؤدي إلى خلل فى التوازن البيئى الطبيعى فى المياه.

أمثلة شائعة من نباتات المستنقعات:

هذه النباتات لها جذور، وتوجد الجذور والجزء الأسفل من الساق تحت سطح الماء ، بينما يوجد الجزء العلوى من الساق والمحتوى على الأوراق والنورات فوق سطح الأرض . ومن أمثلة هذه النباتات:

١ - نبات البوص العادى

ويعتبر من النباتات الدائمة النمو طوال العام. و عادة ما يشاهد البوص فى المجارى المائية الضيقة، وعلى حواف الأنهار، البرك والمستنقعات و البحيرات، وعند مصبات الأنهار، وكذلك المصارف المائية.

Tuncus acutus

٢ - السمار

يعتبر من النباتات الحولية أو الدائمة طوال العام. ويتنشر هذا النبات بوفرة فى النيل، وتوجد جزر بأكملها من هذا النبات تمتد فى بطن النهر.

Egyptian Sedge

٣ - البردى «بردى مصرى»

يعتبر من النباتات القوية الدائمة طوال العام، وغالبا مايشاهد هذا النبات فى صورة تجمعات فى المصارف والقنوات المائية والمستنقعات، ويتخذ كثير من الطيور المائية والحيوانات الثديية نصف المائية - أى التى تعيش فى الماء - من تجمعات هذا النبات مأوى تختبئ فيه.

التلوث بالطحالب

تتسم المياه السطحية - بجانب سهولة تعرضها للتلوث- باحتوائها على عديد من الكائنات الحية النباتية، وهذه كثيراً ما تغير من طبيعة المياه ونوعيتها، وتتدخل من وقت لآخر فى سلامة استخدامها. وللطحالب أضرار كملوثات ؛ أهمها مايلى:

١ - تواجد الرائحة والطعم واللون والهلام فى مياه الشرب ومياه الصناعة.

٢ - تآكل المنشآت الخرسانية والمعدنية.

٣ - سد المرشحات فى محطات تنقية المياه.

٤ - تكاثرها داخل المواسير وشبكات التوزيع وفى أبراج التبريد، وعلى جدران الخزانات.

٥ - تكوين حصر أو ملاءات طحلبية فوق أسطح البحيرات،
وانبعاث الروائح الكريهة من شواطئها.

٦ - غزوها للترع والقنوات والمصارف بكميات كبيرة.

٧ - تلوث الطحالب المجهرية للمياه النقية المجهزة للاستعمال،
وموت الحيوانات التي توجد في مياه قد ابتليت بأنواع سامة
من دقائق هذه الكائنات المجهرية.

وترجع أعراض التسمم في الإنسان والحيوان - في بعض
الأحيان - إلى الطحالب، فهناك أعداد كبيرة من الأسماك
والمحارات والقشريات التي تقطن المياه المالحة تؤدي إلى تسمم
الإنسان عند تناولها.

وفي إحدى البحيرات بأمريكا لوحظ انتشار مرض التواء
العنق (نوع من الشلل) بين آلاف الطيور المائية، وتبين أن السبب
في ذلك توكسين معين تفرزه أنواع من الطحالب النامية بغزارة فوق
قاع البحيرة.

وعندما تنمو الطحالب في البحيرات العذبة نموا فائقا -
وبخاصة أثناء الفصول الحارة من السنة - تختزل كمية الضوء

المختربة لسطح الماء ؛فتقلل من نشاط عملية التمثيل الضوئي، كما
تستهلك الطحالب كل الأكسجين الذائب الذي لا يوجد ما يعوضه
آنذاك ؛فتموت الأسماك مختنقة وتطفو جثثها على السطح بالآلاف.

الملوثات الكيميائية

ان الملوثات الكيميائية للبيئة أهم وأبلغ أثرا من الملوثات البيولوجية، وقد تحدث من مصادر صناعية سواء أكانت نتيجة للنشاط المتصل بالحياة والإنتاج أم نتيجة استعمال طرق غير عملية فى عمليات الانتاج ، وما يصدر عن الصناعات من مخلفات وما يخرج من وسائل النقل والانتقال من غازات وأبخرة ، وكذلك نواتج الاحتراق غير التام للمشتقات البترولية ، وما يتراكم فى البيئة الريفية من بقايا الكيميائية الزراعية التى تشمل المخصبات الزراعية ومبيدات الآفات الزراعية والمنزلية.

وقد تزايدت احتمالات التلوث الكيميائى فى السنوات الأخيرة . وفيما يلى عرض لأهم هذه الملوثات والأضرار المترتبة عليها وخاصة فى مجال التلوث المائى.

التلوث ببقايا المبيدات:

لقد أوضحت تقارير الأمم المتحدة أن ٦١٪ من السكان فى الريف، و٢٦٪ من سكان المدن ليست لديهم مياه صالحة للشرب لتلوثها. وتتلوث مصادر المياه ببقايا المبيدات بأحدى الوسائل التالية :

١ - عن طريق التربة الزراعية الملوثة بكميات هائلة من بقايا المبيدات التي تتراكم بها عاماً بعد عام.

٢ - أسلوب الري بالراحة الذي يتبع في معظم الأراضي الزراعية ؛ حيث يروى القدان بكميات من المياه تتراوح بين ٣٠٠ و ٥٠٠ متر مكعب في الري الواحدة ، والتي تعادل في كميتها أضعاف أضعاف السعة الحقلية للأرض ؛ مما يؤدي إلى فقد جزء كبير من هذه المياه بما تحويه من بقايا مبيدات.

٣ - أدى تلوث مياه النيل نتيجة قيام بعض مصانع المبيدات في بعض الدول الإنشائية بالقاء مخلفاتها في الماء إلى تلوث مياه الري ببقايا المبيدات.

٤ - التلوث المباشر ؛ حيث تقوم أجهزة الرش - وعلى رأسها طائرات الرش - برش جميع الحقول بما فيها المنازل ومصادر المياه.

هذا ومن الجدير بالذكر أن مستوى الملوثات من المصادر المائية - الناتج من تلوث التربة الزراعية - يعتمد على عديد من العوامل ؛ أهمها نوع التربة ؛ حيث يزداد تلوث المياه المترشحة من الأراضي الرملية عن الأراضي الطينية عن الأراضي الطينية. كما أنه كلما زاد تركيز المبيدات في التربة زاد تركيزه في مياه الصرف.

وأيضا .. فان مسامية التربة تلعب دوراً هاماً في حركة الماء وسهولة صرف المياه الملوثة ، كما أن محتوى التربة من المواد العضوية ودرجة

مباشر في مدى صرف كميات هذه الملوثات من التربة الزراعية إلى المياه.
ويوضح جدول (٦) كميات المبيدات المنصرفة من ثمانية أنواع من
الأراضي المثلثة للأراضي المصرية : حيث يتم رى التربة خمس ريات ؛
بمعدل ٣٤٠٠ مياه في كل رية ، وتم تجميع الراشح الوارد لمياه الصرف ،
وتحديد كمية المبيدات الموجودة به في نهاية موسم القطن.

جدول(٦): نسبة المبيدات المنصرفة مع مياه الصرف بعد رى محصول
القطن خمس ريات بمعدل ٤٠٠ متر مكعب للفدان.

نوع التربة	PP2	دايفونيت	اندرين	كيبون
تربة منطقة سموحة	٪٨٨	٪٨٩	٪٥٧,٣	٪٢٨,١
تربة زراعة اسكندرية	٪٦٦	٪٨٢	٪١٧	٪١٧,٤
تربة نهضة ٣	٪٨٧	٪١١٩	٪١٨,٣	٪١
تربة المنصورة	٪٤٢	٪٥٨	٪٢٥,١	٪٣١,٢
تربة سخا	٪٧٣	٪٧٨	٪٢٧,٧	٪٣٦,٦
تربة ايتاي البارود	٪٢٥	٪٤	٪٦٧,٧	٪١٧,٢

ويتضح من الجدول أن الأراضي المختلفة اختلفت فيما بينها في كمية المبيد المفقود عن طريق مياه الصرف ، كما أن كميات المبيدات المنصرفة مع مياه الصرف قد اختلفت تبعاً لنوع المبيد في التربة الزراعية الواحدة.

وفي تجربة أجريت على ثلاثة أنهار (هي نهر الموسكوك ، ونهر التيمز ، ونهر الكريك) تم تتبع كميات المبيدات التي تتواجد على مدار السنة ؛ حيث لوحظ أن كميات المبيدات تختلف من شهر إلى آخر وتختلف على حسب النهر ومدى تواجده في منطقة زراعية ، وحسب المزروعات الموجودة في هذه المنطقة التي يمر فيها النهر . ويوضح الجدول (٧) تركيز بقايا المبيدات في الأنهار الثلاثة خلال أشهر السنة.

ويوضح الجدول أن نهر الموسكوك هو أشد الأنهار تلوثاً ، يليه نهر التايمز ، ثم نهر الكريك . كما يلاحظ أن معدل بقايا المبيدات كان في أعلى مستواه خلال شهر إبريل ؛ حيث يبدأ برنامج مكافحة ، ثم تقل كمية المبيد بعد ذلك ؛ لتصل إلى أدنى تركيز خلال شهري أغسطس وسبتمبر.

ويبين الجدول (٨) أيضاً مستوي التلوث في أحد المصادر المائية خلال

عام ١٩٧٢.

ويلاحظ من الجدول أن مستوى بقايا المبيدات اختلف من شهر إلى آخر،
، وأنه كان في أعلى معدل له في شهر مايو ، ثم بدأ يتناقص تدريجياً. ويلاحظ
ارتفاع تركيز الديازينون خلال شهر يوليو وأغسطس ؛ حيث يتم استخدامه
بكثرة لمكافحة آفات الخضر في هذا الوقت.

جدول (٧): تركيز بقايا المبيدات (رطل / أسبوع) في ثلاثة أنهار خلال

الشهر	نهر الموحوك	نهر التايمز	نهر الكريك
ابريل	١١.٨	٢.٥	٤.٠
مايو	١١.٨	١.٨	٨.٠
يونيو	١٠.٠	٥.٠	٣.٠
يوليو	١	٣.٠	٢.٠
أغسطس	١.٠	٢.٠	٢.٠
سبتمبر	٢.٠	١.٠	٣.٠
أكتوبر	٣.٠	٢.٠	٢.٠
نوفمبر	٥.٠	٣.٠	٣.٠

جدول (٨) : مستوى التلوث بحد المصادر المائية (Bradford Marsch)

الشهر	د.د.ت	بيازينون	اثيون	باراثيون
ابريل	٦٨٠	١٠٠	٩٠	٨٠
مايو	١٠٠	٤٠	١٠	١٠
يونيو	٨٠	١١٠	٣٠	٢٠
يوليو	٥٠	٤٥٠	١٠	٣٠
اغسطس	٤٥	٢٨٠	٣	٢٥
سبتمبر	٣٥	١٨٠	—	٦٠
اكتوبر	٣٠٠	٥٠	—	٧٠

تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات

من أكثر من ٢٨٤ بحثاً - نشرت عن تلوث مياه نهر النيل - أوضح ١٢ بحثاً تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات . ولقد أكدت جميع نتائج البحوث أن مياه النيل بدءاً من أسوان وحتى الاسكندرية ملوثة ببقايا المبيدات ؛ مما يوضح أن جزءاً من هذا التلوث قادم من نشاط الدول التسع التي تطل على نهر النيل ؛ وهي : الجزائر ، رواندا ، وبوروندي ، وتانزانيا وأوغندا ، كينيا ، والسودان وأثيوبيا ، بالإضافة إلى مصر . فهناك بحوث تؤكد أن هناك مصانع لإنتاج المبيدات تلقي مخلفاتها في مجرى النيل خارج حدود مصر ، كما أوضحت معظم البحوث التي أجريت في معظم هذه الدول عن تلوث مياه نهر النيل ببقايا المبيدات.

ولقد كانت أهم المبيدات التي أمكن تقديرها في مياه نهر النيل هي

تكنولوجيا اقتصادية حتى الآن قادرة على إزالة هذه البقايا من المبيدات من مياه الشرب.

ج - أن نهر النيل أصبح مصدراً هاماً لتلوث جميع مصادر الثروة الحيوانية المائية وعلى رأسها الأسماك . وقد أوضحت البحوث أن تلوث الأسماك من ترعة المحمودية أشد من تلوث ترعة أبو الغيط ، أكثر من تلوث أسماك مياه المنصورة ، أكثر من تلوث أسماك مياه أسيوط ، أكثر من تلوث أسماك مياه فاراسكور ، أكثر من تلوث أسماك مياه أدينا ، أكثر من تلوث أسماك مياه القاهرة ، أكثر من تلوث أسماك مياه أسوان.

كما أن بقايا المبيدات التالية قد أمكن تقديرها في لحوم الأسماك : وهي سادس كلوريد النترين - لندين - أندرين - الـ د د ت . وجميع مشابهاة ونواتج هدمه ؛ بالإضافة إلى نسبة صغيرة من بقايا المبيدات الفوسفورية.

والطريف أن جميع البحوث قد أكدت الأثر السيئ لهذه البقايا على فسيولوجيا الكائنات الحية التي تعيش في النيل ؛ وكذا الأسماك التي تأثرت بشدة بهذه البقايا وأثرت على كمية البيض المنتج عن طريق هذه الأسماك وكذا على نسبة فقسه ؛ وبالتالي على إنتاج هذه الأسماك الذي يبدو واضحاً

من شكوى صيادى الأسماك ؛ إذ يشكون من النقص الحاد فى كمية الأسماك التى يتم صيدها من جميع مصادر المياه ؛ بما فيها ماء النيل. ويرجع تلوث مياه نهر النيل إلى الأسباب التالية :

١ - مصانع المبيدات المقامة على نهر النيل مباشرة فى بعض الدول الأفريقية.

٢ - رشع مياه الصرف الملوثة ببقايا المبيدات فى المصادر المائية ، وخاصة مياه نهر النيل ؛ حيث يمر النهر فى وسط زراعات يتم رشها بكميات هائلة من المبيدات سنوياً وخلال السبعة والأربعين عاماً الماضية.

٣ - الرش المباشر أثناء عملية رش الزراعات ؛ حيث تصل كمية من المبيدات بفعل التيارات الهوائية لتلوث مياه نهر النيل.

٤ - غسيل الأواني والأوعية المحتوية على مبيدات فى مياه نهر النيل بما فى ذلك آلات الرش.

٥ - غسيل الملابس والاستحمام فى مياه نهر النيل بعد عملية رش المبيدات.

تلوث البحيرات ببقايا المبيدات

لقد أوضح تقرير أكاديمية البحث العلمى عن تلوث البحيرات فى مصر ببقايا المبيدات أن معظم البحيرات الموجودة فى مصر ملوثة ببقايا المبيدات. فالمعروف أن البحيرات هى أماكن مغلقة منخفضة عن مستوى الأرضى المجاورة ، يتم ترشيح المياه فيها - سواء من الأرضى المجاورة أم من مصادر المياه الأخرى - وغالباً لا يتجدد ماء هذه البحيرات إلا ببطء شديد ؛ لأنها بحيرات مغلقة . وغالباً ما ينمو فى هذه البحيرات مجموعة كبيرة من الهائمات النباتية والحيوانية وفى مقدمتها الأسماك . ويرغم أن هذه البحيرات أصبحت تتلوث بشدة نتيجة لنشاط الإنسان ، سواء عن طريق مياه صرف المصانع التى تحتوى على نسبة عالية من الكيماويات والمواد السامة أم نتيجة لمياه صرف المجارى أو إلقاء النفايات الصلبة.

وغالباً ما تحتوى أسماك هذه البحيرات على نسبة عالية من الملوثات وفى مقدمتها المبيدات . وتزداد هذه المشكلة سوءاً عاماً بعد عام ، وتعتبر مصدراً لتلوث الغذاء.

١- بحيرة المنزلة

٢ - بحيرة إدكو

تقع هذه البحيرة شمال شرقي الإسكندرية وترد إليها الملوثات - خاصة بقايا المبيدات - من خلال مصرفي بير سبع وإدكو . ونظراً لاتصالها بالبحر مباشرة فإن نسبة الملوثات - خاصة بقايا المبيدات - تكون قليلة نوعاً ، ولكنها أكثر من الموجودة في بحيرة البرلس وأسماكها .

٣ - بحيرة البرلس

تقع هذه البحيرة بين قرعى رشيد ومياط ؛ وهي تقع في محافظة كفر الشيخ ؛ وهي شديدة التلوث ببقايا المبيدات ؛ نظراً لرشح كمية هائلة من المبيدات من مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية في هذه البحيرة ، كما أنه يصب في هذه البحيرة مصرف البرلس ، مصرف نمرة ٧ ، ومصرف الإصلاح ، ومصرف ناصر ، والبحراوي ، ومصرف نمرة ٨ ، ومصرف نمرة ٩ ، ومصرف نمرة ١١ ، ومصرف المحيط .

٤ - بحيرة مريوط

بحيرة مغلقة لا تتصل بالبحر ، تتغذى - عادة - عن طريق مياه الصرف الصحي والصناعي لمحافظة البحيرة والإسكندرية مع بعض مياه المصارف .

وتعتبر هذه البحيرة شديدة التلوث بجميع أنواع الملوثات بما فيها بقايا المبيدات.

٥ - بحيرة قارون

تقع في محافظة الفيوم وهي بحيرة مغلقة يتم الصرف الزراعي بها . وتبلغ عدد المصارف التي تصب فيها ١٤ مصرفاً ؛ وهي شديدة التلوث ببقايا المبيدات ؛ حيث تحتوي مياه الصرف الزراعي على تركيزات مختلفة من بقايا المبيدات . وعادة ماتركز هذه البقايا في هذه البحيرة المغلقة ؛ نظراً لتراكمها عاماً بعد عام . هذا بالإضافة إلى مبيد البايولوسيد الذي استخدم بكميات هائلة في مشروع مكافحة قواقع البلهارسيا بمحافظة الفيوم.

وتعتبر أسماك هذه البحيرة ومياها غنية ببقايا المبيدات الحشرية ومبيدات القواقع ،وكذا مبيدات الحشائش ؛ حيث اتجهت محافظة الفيوم في الوقت الحاضر الي زراعة الخضر التي تستخدم فيها كميات هائلة من المبيدات.

٦ - بحيرة السد العالي

تعتبر بحيرة السد العالي أكبر البحيرات في مصر، حيث تبلغ مساحتها

مليون وثلاثمائة ألف فدان ، وتقع على ارتفاع ١٨٠ متراً فوق سطح البحر .
وتعتبر بحيرة السد العالي أقل بحيرات مصر تلوثاً ببقايا المبيدات ؛ حيث
إن كل بقايا المبيدات في هذه البحيرة وارد من نشاط ثماني بول على نهر
النيل من منبعه حتى مصر . ويتواجد في هذه البحيرة كميات من بقايا
مبيدات الـ د. د. ت. ومشابهاة وجميع نواتج هدمه ؛ وهو أعلى تركيزات بقايا
المبيدات ، يليه اللندن وسادس كلوريد البنزين والأنترين والديليرين .
وتحتوى أسماك هذه البحيرة أقل تركيزات بقايا المبيدات إذا قورنت ببقية
الأسماك في سائر البحيرات في مصر .

تلوث البحر الأبيض المتوسط ببقايا المبيدات

يقع على البحر الأبيض المتوسط ١٨ دولة تلوث هذا البحر عن طريق
١٢٠ مدينة تقع على شاطئ هذا البحر . ويرجع تلوث مياه هذا البحر ببقايا
المبيدات إلى أن بعض الأنهار تصب محتوياتها به وخاصة نهر النيل الذي
يصب فيه حالياً ٢,٣ مليار متر مكعب ماء سنوياً ، وهذه المياه محتوية على
بقايا المبيدات .

ولقد لاحظ الباحثون أن الأسماك الواردة من هذا البحر تحتوى لحومها أيضاً على نسبة من بقايا المبيدات الكلورينية وخاصة الـ د. د. ت. ومشاياتها ونواتج هدمه والفلين وسادس كلوريد النيترين والأندرين وبعض المركبات الفوسفورية.

كما استخدم البحر الأبيض (الذى يعتبر شبه بحيرة مغلقة يتجدد ماؤها كل ٨٠ - ١٠٠ سنة) مدفنًا للنفايات الخطرة وفى مقدمتها المبيدات غير المستعملة أو نفايات مصانع المبيدات.

وبرغم وجود اتفاق بين دول البحر الأبيض المتوسط على إيقاف تلويث هذا البحر فإن هناك ملوثات تصل الي هذا البحر دون تدخل الإنسان ؛ وهى رشح الاراضى الزراعية أو تساقط مياه الأمطار التى تحتوى على بقايا المبيدات.

ويعتبر البحر الأبيض مثالا لتلوث البحار التى تتلوث بطريق مباشر أو غير مباشر ببقايا المبيدات التى تصل إليه - عادة - بوسائل مختلفة ، وتسبب بطريق مباشر أو غير مباشر فى التأثير على الهائمات النباتية والحيوانية الموجودة والمسئولة عن الحياة فيه .

وتلعب بقايا المبيدات دوراً هاماً فى تلويث لحوم الأسماك الموجودة فى البحار . ولا يوجد - على سبيل المثال - كائن حى فى البحر الأبيض المتوسط حالياً لا يحتوى جسمه على بقايا الـ د. د. ت. أو أحد مشابهاته . وتلعب هذه البقايا دوراً هاماً فى التأثير على فسيولوجيا هذه الكائنات ، وكذا على تكاثرها ووراثتها .

تلوث المحيطات

برغم عدم اتصال المحيطات مباشرة بالأراضى الزراعية فإن جميع البحوث التى تناولت تلوث هذه المحيطات أوضحت أن المحيطات وكذا هائماتها النباتية والحيوانية قد احتوت على بقايا المبيدات .

وتتلوث المحيطات عموماً عن طريق وسائل مختلفة ؛ أهمها التلوث عن طريق مياه الأمطار التى تقوم بحمل كميات من بقايا المبيدات إلى هذه المحيطات . كما أن نواتج صرف بعض المصادر المائية - مثل الاتهار والمصارف - قد تلعب دوراً هاماً فى تلويث هذه المصادر من المياه . ونظراً لكبر المحيطات وكبر حجم محتوياتها من المياه فإنه لا يمكن رصد إلا تركيزات طفيفة من بقايا تدخل فى نطاق الآثار ؛ وبالتالي فأسماك المحيطات أقل

الأسماك تلوثاً على مستوى العالم.

التلوث بالنترات

ظاهرة التلوث بمركبات النترات ظاهرة حديثة لم تحظ بالعناية اللازمة فيما مضى، على الرغم من أن مركبات النترات ليس لها أثر مباشر فى كل من الإنسان والحيوان، إلا أن الآثار الجانبية المترتبة على وجودها فى ماء الشرب أو فى طعام الإنسان تمثل خطورة كبيرة على الصحة العامة، خصوصاً عندما يزداد تركيزها على حدود معينة؛ حيث تنص إحدى وثائق منظمة الصحة العالمية على أنه يجب ألا تزيد نسبة أملاح النترات فى اللتر الواحد على ملليجرام واحد ، ولو زادت على هذا الحد لأدت إلى تغيرات معينة فى الدم خاصة مادة «الهيموجلوبين» التى تعطى الدم اللون الأحمر، كما أنها المادة الأساسية لحمل الأكسجين فى الدم.

وقد اعتاد كثيرون استخدام كميات كبيرة من النترات لزيادة خصوبة التربة؛ ويعنى هذا أن القدر الزائد منها يكون عرضة لحمله مع مياه الري ومياه الأمطار إلى المياه الجوفية، ومنها تتسرب إلى الأنهار والبحيرات.

ونظراً لأن الجزء الأكبر من مياه الري يتسرب إلى المياه

الجوفية فى باطن الأرض فان التركيز الحقيقى للنترات يكون فى هذه المياه الجوفية، ومايتصل بها من مختلف المجارى المائية .

وقد لوحظ أن تركيز مركبات النترات فى بعض المجارى المائية يزداد يوماً بعد يوم، وأوشكت بعض البحيرات أن تفقد صلاحيتها لأخذ مياه الشرب منها، كما أصبحت معرضة لظاهرة التثبيغ الغذائى. فمركبات النترات تشترك مع مركبات الفوسفات فى المساعدة على تحويل مثل هذه البحيرات إلى مستنقعات.

ولا توجد النترات فى التربة الزراعية، أو فى مياه المجارى المائية فقط، ولكنها قد تتجمع فى أنسجة بعض النباتات، وبذلك تصل النترات إلى الإنسان عن طريق مياه الشرب، وعن طريق بعض مايتغذى به من نباتات وخضروات . وتنشأ خطورة النترات من أن تناول الإنسان أو الحيوان لمياه بها كمية من النترات أكثر من المسموح بها يؤدي إلى أن تقوم البكتريا الموجودة بالجهاز الهضمى باختزال شق النترات إلى نيتريتات، وهذه الأخيرة يمتصها الدم، ويتحد النيتريت مع الهيموجلوبين، وبذلك تقل قدرته على حمل الأوكسجين . ويعرف المرض الذى يتسبب عن ذلك باسم (الأطفال الزرقاء) أو (زرقة الأطفال) «Blue Baby» . وقد يؤدي إلى وفاة

الأطفال الرضع ونفوق الحيوانات الصغيرة. وتنشأ هذه الظاهرة فى المناطق التى تعتمد على المياه الجوفية كمصدر رئيسى للشرب ؛ حيث تحتوى على نسبة عالية من النترات.

وقد حدث فى الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة من ١٩٤٧ - ١٩٥٥ أن مرضت كثير من الحيوانات الصغيرة ، ومات بعضها بعد أن شربت مياه الآبار المحتوية على النترات . وقد سجلت ولاية مينيسوتا وحدها ١٣٩ إصابة؛ من بينها ١٥ حالة وفاة.

التلوث بأملاح الفلور

يستخدم الفلور فى تنقية مياه الشرب ؛ويضاف الفلور إلى الماء فى صورة ملح فلوريد الصوديوم.

وإذا ماقلت نسبة الفلور فى مياه الشرب فان ذلك يؤدى إلى تسوس الأسنان وفقدانها، والنسبة المثالية هى ملليجرام واحد لكل مترمكعب مياه.

وفى الوقت نفسه إذا ماارتفعت نسبة الفلور فى مياه الشرب فان ذلك يؤدى إلى تلف الأسنان وظهور بقع صفراء أو بنية أو مائلة

للاستمرار وخاصة على جلد فى الأطفال. وتنتشر هذه الظاهرة فى المناطق التى تعتمد على المياه الجوفية العميقة كمصدر للشرب.

المعادن الثقيلة:

تبلغ كمية المياه التى يتم استخدامها من النيل للصناعة سنويا ٤١٢ مليون متر مكعب جدول (٩). وتقوم الصناعة أيضا فى مصر باستهلاك ١٠٨ مليون متر مكعب مياه جوفية ، و١١٨ مليون متر مكعب من الشبكات الأخرى : ليصل ما تستهلكه الصناعة من المياه العذبة ٦٣٨ مليون متر مكعب.

جدول (٩): استهلاك القطاع الصناعي من المياه فى مصر .

المحافظة*	نيل	جوفي	شبكات اخرى	جملة
بالمليون متر مكعب سنويا عام ١٩٨٩				
القاهرة	٨٤	٣٧	٤١	١٦٢
الإسكندرية	٣٦	٢٢	٥٢	١١٠
الوجه البحري	١٠٤٨	٢٦٥	١٥٤	١٤٦٧
الوجه القبلي	١٨٣٥	٢٢٣	٦١	٢١١٩
باقي المحافظات	٢٧	٢٠	٣٥	٨٢

والطريف أن هذه المصانع تقوم بصرف ٣١٢ مليون متر مكعب من مياه الصرف الصناعى فى النيل والترع ، جدول (١٠) ، بينما تصرف ١١٧ مليون متر مكعب على المصارف ، و ٧١ مليون متر مكعب على المجارى ، والباقي صرف مباشر على المياه الجوفية والبحيرات . ويبلغ مقداره ٤٨ مليون متر مكعب . وبالتالي تبلغ كميات مياه الصرف الصناعى التى تصرف على المصادر المائية ٥٤٩ مليون متر مكعب سنويا .

جدول (١٠) : حجوم ومواقع ونوع مياه الصرف الصناعى .

الاقليم	عدد اجمالي	نقاط الصرف (مليون م ^٣)	نيل	مصارف مجارى	بحيرات
القاهرة	١٢٦	١٢٧	٨٠	٢١	٢٠
إسكندرية	٨٥	٨٨	١٣	٧	٣٣
وجه بحري	٦٠	١٢٥	٢٧	٨٤	١٢
وجه قبلي	٣٥	٢٠٤	١٩٢	٥	٢
محافظات					
القناه	٢٤	٤٥	-	٢	٣٣
الاجمالي	٣٣٠	٥٤٩	٣١٢	١١٧	٧١
النسب %	١٠٠ %	٥٧ %	٢١ %	١٣ %	٩ %

وتبلغ كمية المعادن الثقيلة التي تصل يوميا إلى المصادر المائية من الصرف الصناعى فقط بالقاهرة ٧٥. طن فى اليوم ؛ أى ٢٧٣ طن عناصر ثقيلة سنويا. كما تصرف هذه المصانع فى مدينة القاهرة وحدها ٩٣ طن شحوم ، و ٩٧ طن مواد عالقة يوميا.

هذا ويتم - عادة - خلط مياه الري ب ١١ مليار متر مكعب من مياه الصرف الزراعى ؛ التي عادة ماتحتوى على تركيزات عالية من الأملاح والعناصر الثقيلة وبقايا المبيدات.

كما يتم خلط مياه الري بنصف مليار متر مكعب من مياه المجاري دون معالجة . ولا يخفى ما تحويه هذه المياه من ميكروبات وأمراض وطفيليات ومواد كيميائية .

وتلوث هذه المعادن الثقيلة مياه الشرب بنسبة تفوق الحد الأقصى المسموح به طبقا لتشرات منظمة الصحة العالمية . وتؤدي هذه المعادن إلى حدوث ما يسمى بالتسمم المعدنى . ومن أشد هذه المعادن خطورة: الرصاص ، الزئبق ، والكادميوم ، والزرنيخ ؛ فمثلا إذا ما ارتفعت نسبة الرصاص عن ٠.١ .

مليجرام/لتر فى مياه الشرب أدى ذلك إلى مايسمى بالتسمم
بالرصاص ؛الذى من أهم أعراضه:

١ - تكسير الكرات الدموية الحمراء.

٢ - ظهور خط أزرق مائل للسواد داخل نسيج اللثة.

٣ - قلة نسبة الهيموجلوبين بالدم وحلوث أنيميا.

٤ - الإصابة بمفص معوى قد يسبقه قىء واضطرابات عصبية قد
تؤدى إلى شلل بالأطراف.

٥ - فى الحالات الشديدة قد يصاب الفرد بالصرع مع تشنجات
عصبية شاملة والدخول فى غيبوبة.

وقد أثبتت الدراسات البيولوجية المتعددة أن الرصاص يؤدى إلى
انخفاض مستوى الذكاء والقدرة على الإدراك، كما يسهم فى إيقاف
كثير من العمليات الإنزيمية الهامة ؛ مؤدياً إلى اضطرابات
فسيولوجية كبيرة، كما يؤدى وجود الرصاص فى الدم إلى إعاقة
طرد حمض البوليك ؛ مما يعرضه للإصابة بمرض النقرس. كما أن
للرصاص تأثيراً ضاراً على جهاز التكاثر .

وتنتشر ظاهرة «نقص وزن الأجنة» ؛ حيث الغالبية من

الأطفال الحديثى الولادة يكونون أقل من الوزن الطبيعى بنسب متفاوتة ؛ وقد يعود السبب فى ذلك إلى زيادة نسبة الرصاص التى تتعرض لها السيدات قبل وأثناء الحمل ؛ لما للرصاص من تأثير تراكمى فى أنسجة الجسم.

ويأتى الرصاص إلى المياه من المواسير المصنعة من نفس المعدن ، بغض النظر عن مركبات الرصاص التى تلوث المياه من مصادر أخرى.

مركبات السيانيد

إذا ماوصلت هذه المركبات إلى مياه الشرب فإنها تتسبب فى الموت السريع لمن يشرب تلك المياه ؛ حيث إن الفعل الحقيقى لتلك المركبات هو إحباط عمليات الأكسدة فى خلايا الجسم . ونتيجة لذلك تقل كمية الأوكسجين فى النسيج ؛ وعليه يحدث اختلال فى العمليات الفسيولوجية التى تؤدى إلى الموت.

Cadmium

التسمم بالكادميوم

قد يتسرب الكادميوم إلى المياه إثر استعمال المواسير والتوصيلات المصنوعة من البلاستيك ، كما يتسرب الكادميوم مع

الفضلات الصناعية إلى المياه فى المسطحات المائية المختلفة.

وفى بعض الحالات يحدث تورم بالرئتين وصعوبة بالغة فى التنفس ؛ مما يؤدى إلى الاختناق والموت. ،يسبب مرضاً خطيراً لم يسمع عنه فى العصور الماضية ؛ وهو مرض الإيتاي إيتاي (Eti - Eti) الذى يؤدى إلى تلف العظام وتكسيدها ؛ مما يؤثر على الطول الطبيعى للكائن الحى، كما يتلف أيضاً الكليتين ،وقد يؤدى إلى فشل فى وظيفتهما Hypertension due to Kidney malfunction.

الحديد

يؤدى عنصر الحديد الزائد فى المياه إلى عسر الهضم والإصابة بالإمساك ، كما يؤدى أكسيد الحديد والمنجنيز إلى تلون المياه بلون الأحمر والأسمر أو البنى ؛ مما يجعلها متفرة وغير صالحة للاستخدام الأدمى. وتؤدى أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم المتزايدة إلى جعل طعم المياه غير مقبول. كما أنها تسبب عسر المياه وتلوثها ؛ مما يجعل المياه غير صالحة للشرب.

الأسبستس (الحديد الصغرى)

عبارة عن خليط السليكات الليفية يغلب عليها سليكات المغنسيوم - منذ عام ١٩٥٥ - وشركة المناجم الاحتياطية بولاية منسوتا الأمريكية تدير مصنعاً لصهر خام الحديد على الشاطئ الشمالى لبحيرة (سوپير يور) (Superior Lake) ؛ تلك البحيرة التى تعتبر أكبر مصدر للماء العذب فى الولاية ؛ فكانت الشركة تلقى بنفاياتها مباشرة فى البحيرة . وقد أثبتت التحاليل أن الماء فى جميع أنحاء البحيرة يحتوى على ألياف الأسبستس الدقيقة التى ثبت فعلها السرطانى Cancenogenic للإنسان .

Toxicity of Arsenic

التسمم بالزرنيخ

قد تصل بعض مركبات الزرنيخ - خاصة الداخلة فى تركيب كثير من المبيدات الحشرية - إلى ماء الشرب وذلك عن طريق الخطأ . وهذه المركبات شديدة السمية ، وقد تؤدى إلى الموت .

وعند وصول بعض مركبات الزرنيخ إلى الدم فإنها تؤدى إلى تكسير الكرات الدموية الحمراء مسببة أنيميا «فقر دم» واصفرار الجسم .

ومن الأمثلة الشهيرة لتلوث الماء بالمعادن الثقيلة حادثة البرازيل سنة ١٩٨٢؛ فقد تسربت أحوال سامة كانت درجة تركيز الفلزات الثقيلة فيها عالية ، ونتجت من تصفية وتنقية خام الزنك المخزون منذ مايقرب من عامين فى بحيرة ضحلة مكشوفة اكثر من عام كامل نتيجة انهيار أحد سدود منطقة التخزين ؛ هذا حيث كان لهذه الحادثة تأثير فظيع على مياه نهرين رئيسين هنالك، إذ إن تركيزات الفلزات الثقيلة - وخاصة الكاديوم والرصاص - تجاوزت بنسبة كبيرة .. المعايير النوعية الموصى بها فى مجال التزويد بالماء. ذلك أن شربة المياه الملوثة بالكاديوم Cadmium والرصاص Lead قد .. يشير السرطان فى الأبدان ، كما تسبب للناس اضطرابات عصبية هذيانية وارتفاعا فى ضغط الدم. كما كان هناك تأثير على الأسماك؛ فقد ماتت مئات الآلاف بسبب تأثرها بالكاديوم والرصاص.

الزئبق

يعتبر الزئبق ممثلا للفلزات الثقيلة، وهو أكثرها انتشاراً وأشدها سمية. وعندما يتسرب بعض هذه الفلزات أو مركباتها مع مياه الصرف الصناعى إلى مياه الأنهار والبحيرات، فإنها تسبب

كثيرا من الأضرار لمختلف أنواع الكائنات التى تستخدم هذه المياه.

وقد لوحظت مشكلة التلوث بالزئبق فى سويسرا سنة ١٩٧٠م، فقد اكتشف أن بحيرة «ليمان» Leman تحتوي على تركيزات غير عادية من فلز الزئبق Metallic Mercury. وقد تبين من التحاليل الدقيقة التى أجريت على مياه هذه البحيرة أن فلز الزئبق يتركز بصفة خاصة فى المواد العالقة، وبعض الجسيمات التى ترد إلى ماء البحيرة مع مياه نهر الرون. وقد اتضح فيما بعد أن السبب الرئيسى - فى تلوث مياه هذه البحيرة بالزئبق - يرجع إلى أن بعض المصانع الكيميائية المقامة على شاطئ نهر الرون Rhone River تلقى بمخلفاتها المحتوية على هذا الفلز فى مياه النهر الذى ينتهى به المطاف إلى هذه البحيرة .

وقد اتضح أن أجسام الأسماك التى تعيش فى بحيرة ليमान تحتوى على نسبة عالية من الزئبق تفوق النسبة المسموح بها دولياً، وفى هذا خطر كبير على صحة الأفراد الذين يأكلون هذه الأسماك، وقد يصابون بالتسمم بالزئبق فى نهاية الأمر.

وقد قامت هيئة الصحة العالمية بتحديد الحد الأقصى لكمية الزئبق التى قد تدخل إلى جسم الإنسان ، والتى يجب ألا تزيد

عليها لأى سبب من الأسباب، بما لايزيد على ٣ . ٠ ملليجراما من هذا الفلز فى الأسبوع.

ويتبين لنا من ذلك أن جميع الأسماك التى تعيش فى المجارى المائية الملوثة يمثل هذه الفلزات الثقيلة، تصبح سامة لاتصلح للاستهلاك مهما كانت ضآلة كمية هذه الفلزات الموجودة فى المياه، وذلك لأن عملية تركيز هذه الفلزات فى أجسام الكائنات الحية عملية مستمرة، وتأخذ مجراها الطبيعى أثناء دورة الغذاء الطبيعية، ومن النبات إلى القشريات، إلى الأسماك ، إلى الطيور، وأخيراً إلى الإنسان.

وقد أثار اكتشاف الزئبق فى أجسام الأسماك فى بحيرة «سانت كلير» St. Claire Lake عام ١٩٦٩ اهتمام علماء كل من كندا، والولايات المتحدة، ولفت أنظارهم إلى القيام بحملة قومية لتحليل مياه البحيرات الكثيرة المنتشرة فى كل من البلدين ضد الخطر الناشئ عن تلوث المياه بهذه الفلزات الثقيلة وخاصة فلز الزئبق، فقد قامت الحكومتان بمنع صيد الأسماك فى هذه البحيرات، كما منعت مزاولة الرياضات المائية بها حرصاً على حياة الإنسان، حيث تبين وجود مايقرب من ٢٠٠ ألف طن من الزئبق فى جنوبى

غربي أونتاريو (Southwestern Ontario) خلال العشرين عاما الماضية.

وقد أحدثت النتائج التي توصلت إليها هذه الحملة ضجة شديدة في الولايات المتحدة، وأثارت الشك في كثير من أنواع الأسماك المعلبة الناتجة من هذه البحيرات، ولذلك قامت السلطات الصحية هناك بتحليل كثير من هذه المعلبات، وتم اكتشاف آثار من الزئبق في بعض أسماك التونة المعلبة (Canned tuna) وأسماك «أبو سيف» (Sword Fish). وقامت هذه السلطات بسحب هذه المعلبات الملوثة من السوق، ولكن مؤخرا أعلنت الحكومة أن ٩٧٪ من هذه المعلبات صالحة ومأمونة للأكل.

وتحتى المناطق المنعزلة والبعيدة عن العمران (مثل المناطق القطبية) تعاني من التلوث الكيميائى برغم بعدها عن مصادر التلوث. ومثال ذلك أن كلا من الدب القطبى وطائر البنجوين قد وجد بأجسامهما نسبة ملحوظة من فلز الزئبق، وقد فسرت هذه الظاهرة على أساس سلسلة الغذاء (Food chain): فقد يقوم طحلب بامتصاص فلز الزئبق من الماء، ثم تتغذى إحدى القشريات بعشرات من هذا الطحلب، ثم تتغذى الأسماك بمئات من هذه

القشريات، وفى نهاية هذه السلسلة يتغذى الدب القطبى أو طائر البنجوين بعشرات من هذه الأسماك الملوثة، ويصحب كل ذلك فى تركيز الزئبق فى كل حلقة من حلقات هذه السلسلة؛ ويبدو هنا التركيز بوضوح فى أجسام الحيوانات التى تقع فى نهاية السلسلة ؛ حيث وجد نسبة تركيز عالية من فلز الزئبق فى الحيوانات بالقرب من بحيرة ميشيجان (Michigan) بأمريكا.

ويتسبب التسمم بالزئبق فى حدوث أعراض شتى ؛ فهو يؤدى إلى الإحساس بالصداع والدوار، ويسبب الشعور بالتعب والإرهاق فى حالات التسمم الخفيفة ، بينما يؤدى إلى تلف الكلى، وإلى حدوث اضطرابات شديدة فى الجهاز الهضمى فى حالات التسمم الشديدة، ثم ينتهى الأمر بالوفاة.

وقد يؤدى أيضا إلى حالات من العمى blindness، وشلل فى الأطراف والجسم ، واختلال فى المخ brain damage .

التلوث بالمواد المشعة

يتوزع الإشعاع النووى المتسرب من حادث فى محطة نووية بشكل واسع فى الجو ، ويصل إلى المياه الطبيعية العذبة والمالحة

من خلال الأمطار . وقد تصل المواد المشعة الناتجة من التجارب أو الحوادث النووية إلى المياه عن طريق تشتت بعضها من خلال الدورة المائية.

وتجدر الإشارة إلى أن مياه الشرب المأخوذة مباشرة من مياه البحيرات والسدود السطحية لاتخضع للتلوث الإشعاعى ؛ لأن كمية المياه تكون كبيرة يتلوث سطحها فى البداية والمياه المستجرة للشرب تكون من الأعماق.

وتلعب عمليات المعالجة الكيميائية والترشيح - التى تتم عادة للمياه الخام - دوراً فى حجز المواد العكرة الحاملة للنويات المشعة المتصقة بها. وفى حالة استجرار مياه الشرب عن طريق إغناء مستوى المياه الجوفية القريبة من الأنهار، وبعد ذلك ضخها عن طري قالاأبار (آبار جوفية بشكل غير مباشر) ، فإن هذه المياه ستكون محمية من التلوث ؛ لأن عملية الترشيح التى تتم لهذه المياه فى طبقات الأرض ستخفف مواد التلوث المشعة المحتمل وصولها إلى النهر فى الحالة الطبيعية.

وتعتبر المياه الجوفية هى المياه الأكثر أماناً من التلوث الإشعاعى ؛ لأن المواد المشعة فى البداية تثبت على الطبقة العليا

من الأرض، بينما تخضع المياه المغذية لعمليات الترشيع داخل الطبقات الأرضية .

وتعتبر العناصر المشعة الطبيعية أو الاصطناعية من الملوثات السامة لمياه الشرب. وقد حددت مواصفات دولية ينبغي تحقيقها لضمان سلامة هذه المياه من الملوثات العضوية والمعدنية والحيوية - الجرثومية ، إضافة إلى وجود مواصفات دولية معتمدة تحدد قيم التراكيز الأعظمية المسموح بها لمختلف العناصر المشعة فى مياه الشرب.

وعلى وجه العموم ينصح-فى حالة أخذ مياه الشرب الحام من مصادر مائية غير محمية أو من مصادر مياه سطحية مباشرة - بالمراقبة المستمرة لهذه المياه من خلال القياسات الإشعاعية الدائمة ؛ لتحديد نوعية مواد التلوث المشعة ، ومعرفة معدل الجرعة المشعة ومدى تأثيرها أو درجة سميتها ، وقدرتها على الحركة فى مكامن المياه الجوفية.

يتم التلوث بالإشعاع النووى منذ البداية على سطح الأرض وعلى عدة ميلليمتترات، وتختزل مع الوقت من خلال تبعثر النظائر المشعة القصيرة الأمد . ومن خلال غسلها مع مياه الشرب الجوفية،

طالما أنه لم يتم الربط المستقر والكافى فى المواد العضوية. ومثل هذا الربط يكون بشكل عام ذا ثبات مهم.

وكما سبق ذكره بالنسبة لمياه الشرب، ليس هناك ما يقلق ؛ لأن البيئة الطبيعية تلعب دورها فى الحماية ؛ وهذا يعنى عدم تلوث مياه الشرب بالمواد المشعة ، ولكن بالمقابل فالأمطار الهائلة توصل التلوث الإشعاعى ؛ إما مباشرة إلى الأراضى الزراعية والمروج ، وإما إلى الحمأة المنشطة المترسبة الناتجة من وحدات معالجة مياه الصرف فى مكان التلوث الإشعاعى . ومثل هذه الحمأة تستخدم- عادة - كسماد للأراضى الزراعية ؛ وذلك بعد معالجتها حسب نوعية المادة المزروعة وفترة التسميد.

*

الباب الخامس

المشاكل البيئية الناجمة عن تلوث بالنفايات السائلة

LIQUID WASTES

تتزايد كميات النفايات السائلة المتولدة عن مختلف الأنشطة في مصر من عام إلى عام بمعدلات مرتفعة وذلك من جراء زيادة كميات المياه المستهلكة على المستوى القومي ؛ نتيجة لارتفاع مستوى المعيشة والتحضر وزيادة الوعي الصحي ، إلى جانب إمداد القرى المصرية بمياه الشرب . وقد أدى ذلك إلى زيادة التصرفات التي يجري التخلص منها ؛ إما في :

- الشبكات العمومية للصرف الصحي ، ومنها إلى محطات المعالجة .

- نهر النيل والترع .

- المصارف الزراعية .

- الأراضي .

- البحار والبحيرات .

ولم يقتصر أثر التغيرات الاجتماعية والسلوكية في المجتمع المصري وزيادة الأنشطة التنموية الصناعية والزراعية والعمرانية علي زيادة الكم المتولد من النفايات السائلة ، بل امتد ذلك إلي نوعيتها ، وهو ما تعكسه نتائج التحاليل الكيميائية والفيزيائية والإحيائية للنفايات السائلة .

وفي مصر يتم جمع وصرف النفايات السائلة للصرف الصحي والصناعي في شبكة واحدة ، تنتهي - عادة - إلي محطات المعالجة ، وعلي الرغم من أن مياه الصرف الصناعي ما زالت تتسم بدرجة من الجودة مقارنة بمثيلاتها في الدول الصناعية المتقدمة ، بيد أن الأسلوب الأمثل المطلوب هو معالجة هذه النوعية من المياه داخل المصانع في أماكن تولدها وقبل صرفها إلي شبكات المجاري العمومية .

تتميز نفايات الصرف الصحي بارتفاع أحمالها العضوية والميكروبية والطفيلية والتي لكثير منها القدرة علي البقاء حية في البيئة لفترات طويلة ؛ حيث تفرس كل من يتعرض لها . وتحتوي مياه الصرف الصحي كذلك علي تركيزات مرتفعة من بعض العناصر الصغرى والثقيلة إلي جانب الأزوت النتراي .

وتتصف النفايات الصناعية السائلة - أساساً - بـاحتوائها علي كم يعتد به من المواد الكيماوية والعناصر السامة والضارة ، التي تتباين طبقاً لنوعية الصناعة التي تولدت عنها . ولا يوصي بإعادة استخدام هذه النوعية من المياه إلا في إطار محتواها من العناصر الضارة في المدي الذي تسمح به المعايير والمحددات التكنولوجية والعلمية لإعادة استخدام المياه ؛ حيث إن علاج الضرر البيئي الناشيء عن تراكم مثل هذه المواد مازال من الأمور العسيرة تكنولوجياً .

وتتميز مياه التبريد المتولدة عن بعض الصناعات أو الناتجة من محطات توليد الطاقة بجودة نوعيتها . وبعدم احتوائها علي مواد سامة أو ضارة ، إلا أنها تمثل أحد مصادر التلوث الحراري للبيئة المنصرفة إليها ، وتعتبر سبباً هاماً لتكاثر الأمراض في البيئة المائية ، وخاصة عند مواقع الصرف . وهي تؤدي كذلك إلي تدني القدرة علي التنقية الذاتية للمجري المائية المنصرفة إليها ؛ بسبب انخفاض تركيز الأوكسجين اللازم لأكسدة الأحمال العضوية .

أما مياه الصرف الزراعي فتتميز بارتفاع حملها من الأملاح المفسولة من التربة ، وباحتوائها علي بقايا الأسمدة المعدنية ، وخاصة الأزوتية وبقايا المبيدات المستخدمة في مقاومة الآفات

الزراعية ، وهي في العادة مركبات سامة يتوقف ضرورها علي درجة سميتها وأثرها المتبقي في البيئة .

إن صلاحية نوعية معينة من المياه للاستخدام في غرض من الأغراض لا يعني صلاحيتها المطلقة للاستخدام في الأغراض الأخرى ، بل إن نجاح هذا النوع من الاستخدام يرتبط دائماً بالغرض الذي تستغل فيه هذه النوعية من المياه ؛ لذلك يجب تقييم ، وتحديد النوعيات المختلفة للاستخدام ، وتحديد خواصها وفقاً للمعايير المحددة .

فقد أظهرت التحاليل مؤخراً احتواء مياه الصرف علي مكونات عضوية ومعدنية لها آثار سلبية علي البيئة بصفة عامة ، وعلي مواقع تواجدها وتصرفها بصفة خاصة . وقد تأكد ذلك في النفايات الصناعية والزراعية والصحية التي تغيرت أحمالها العضوية التقليدية وزادت محتوياتها من الزيوت والشحوم والمنظفات الصناعية ، كما امتد التغير كذلك إلي الحمل الميكروبي من جراء انتشار المستشفيات واتصالها بشبكات الصرف العمومية . ولا مراء في أن طبيعة ونوعية النفايات السائلة تتباين بدرجة كبيرة وفقاً لمصادر تولدها ، والتي يمكن حصر أهمها فيما يلي :

- النفايات السائلة المتولدة عن الصرف الصحي .

- النفايات السائلة المتولدة عن الصرف الصناعي .

- مياه الصرف الزراعي .

- مياه التبريد الصناعي .

- النفايات السائلة المتولدة من الأنشطة الاقتصادية الأخرى

(مدارس - مستشفيات - معامل ... إلخ) .

وتتعدد مجالات إعادة استخدام هذه النوعيات المختلفة من المياه ؛ وفقاً لطبيعتها ، ودرجة المعالجة التي يتطلبها الاستخدام الجديد ، والتكلفة الاقتصادية لتنقيتها إلى المستوى الذي يسمح بإعادة استخدامها في :

- الري .

- للأنشطة الصناعية .

- استصلاح الأراضي .

- المزارع السمكية .

وما من شك في أن النفايات السائلة تمثل مصدراً لا يستهان به يمكن استغلاله في كثير من الأنشطة ، كما أن هذا الاستغلال يؤدي حتماً إلى التصرف المأمون لهذه النفايات ، وخفض العبء الواقع على شبكات المجاري والمياه . بيد أن إعادة استخدام المياه ، يخضع لمعايير خاصة تتنوع وفقاً للأسلوب المزمع استغلال المياه فيه .

وتعتبر الزراعة المجال الأوسع والمستفيد الأول من إعادة استخدام المياه ، سواء تلك المتولدة من مصادر زراعية مثل مياه الصرف الزراعي ، أم من مصادر الصرف الصناعي بشرط معالجتها إلي المعايير المناسبة ؛ و ذلك باستخدام تكنولوجيا مناسبة غير معقدة تكفل التأكد من خلوها من المواد السامة والضارة ، مع أخذ العامل الاقتصادي في الحسبان .

١- التلوث بمياه الصرف الصناعي

INDUSTRIAL LIQUID WASTES

تغل المنشآت الصناعية المصرية التابعة لشركات وزارة الصناعة والثروة المعدنية - والتي تستخدم نهر النيل ومختلف المجاري المائية بمصر ، مثل الترع والجنايبات والمصارف الزراعية في صرف نفاياتها الصناعية السائلة - نسبة لا بأس بها من مجموع المنشآت الصناعية في مصر (٥٥٪) . ويتواجد عدد من هذه المنشآت الصناعية في مناطق تتمتع بشبكات للصرف الصحي (٣٣٪) والمنشآت الباقية تصرف نفاياتها علي السواحل الشمالية بالبحر الأبيض المتوسط والسواحل الشرقية بالبحر الأحمر .

ومع التقدم الملموس في تنفيذ مشروعات الصرف الصحي في

مختلف المدن فإن نحو ٥٠ مصنعا من هذه المصانع سوف تتصل بشبكات الصرف الصحي ؛ مما يقلل من النسبة التي تستخدم من المجاري المائية حالياً إلى نحو ٣٣٪ .

ومن المخطط أن يتم الانتهاء من تنفيذ مشروع مجاري الاسكندرية لتستفيد به كل مصانع الاسكندرية ، كما أنه سيتم الانتهاء من كل مشروعات الصرف الصحي بالجيزة وشبرا الخيمة ومن مشروع التبين في عام ٢٠٠٠ . وفي كل هذه المشروعات سوف يتم إنشاء محطات معالجة بواسطة هيئة الصرف الصحي ، وسوف يتم توجيه المياه المنتقة لاستزراع نحو ١٠٠ ألف فدان من الأراضي الصحراوية ، ويوجه الفائض عن حاجة الاستزراع إلى المصارف الزراعية بمعايير مطابقة للمطلوب بالقانون رقم ٤٨ لسنة ١٩٨٢ بشأن حماية نهر النيل والمجاري المائية من التلوث .

وتشير إحصاءات المنشآت الصناعية في مصر التابعة لشركات وزارة الصناعة والثروة المعدنية إلى أن هناك مجموعة من المصانع يصل عددها إلى نحو ٢٠ مصنعا لا يتولد عنها نفايات صناعية سائلة نظراً لطبيعة نشاطها ، ومجموعة أخرى تقوم بصرف نفاياتها السائلة في المجاري المائية غير أنها تعتبر غير مسببة للتلوث ، ومجموعة ثالثة تصرف نفاياتها السائلة بالصحراء في

برك صناعية ذات أرضيات عازلة تحول دون تسربها إلى المياه الجوفية ، ومجموعة رابعة تستخدم مياهها في مزارعها الخاصة لتنمية الأشجار . علاوة على المجموعة التي تستخدم حالياً شبكات الصرف الصحي بالمدن وما حولها في التخلص من نفاياتها .

ولعل من المناسب الإشارة إلى أن خطة وزارة الصناعة والثروة المعدنية لمعالجة النفايات لا تشمل الصناعات التالية :

١ - المنشآت الصناعية للقطاع الخاص والمشارك وشركات الاستثمار والتي زاد عددها على ١٥ ألف منشأة في عام ١٩٧٧ ، وتنتج نحو ٣٥٪ من جملة إنتاج مصر الصناعي .

٢ - المنشآت الصناعية التابعة لشركات الوزارات الأخرى مثل وزارات الصحة (مصانع الأدوية وغيرها) ، والاقتصاد (مصانع تجفيف المنتجات الزراعية وحليج الأقطان وغيرها) ، والتعمير (مصانع الأسمنت ومواد البناء وغيرها) .

٣- المنشآت الصناعية التي أنشأت بعد يونية عام ١٩٨٢ : وهي تخضع للنص المذكور بقرار وزير الصناعة والثروة المعدنية رقم ٣٨٠ لسنة ١٩٨٢ بضرورة تركيب معدات منع التلوث في جميع المصانع المستحدثة بعد صدوره ، سواء أكانت تخضع لإشراف القطاع العام ، أم تتبع القطاع الخاص أو المشترك أو شركات

الاستثمار .

وتشمل خطة الوزارة معالجة نفايات ١٨٨ مصنعا طبقاً
للأولويات الآتية :

أولوية أولى : المنشآت الصناعية القائمة التي تستخدم
حالياً النيل والترع ؛ باستثناء تلك التي ستنتظر اتصالها بشبكات
للصرف الصحي عام ٢٠٠٠ . ويبلغ العدد الإجمالي لهذه المصانع
٣٢ مصنعا .

أولوية ثانية : المنشآت الصناعية القائمة التي تستخدم -
حالياً - المصارف الزراعية ؛ باستثناء تلك التي ينتظر اتصالها
بشبكات للصرف الصحي حتي عام ٢٠٠٠ . ويبلغ العدد الإجمالي
لهذه المصانع ٥٣ مصنعا .

أولوية ثالثة : المنشآت الصناعية المستثناة بالأولويتين
الأولى والثانية المشار إليهما بالإضافة إلي المنشآت التي تستخدم
حالياً شبكات الصرف الصحي ؛ حيث يطبق علي هذه المصانع
جميعها المعايير المذكورة بالقانون رقم ٩٣ لسنة ٦٢ ولائحته
التنفيذية رقم ٦٤٩ لسنة ١٩٦٢ .

وتحتوي مياه الصرف الصناعي علي كثير من الملوثات

العضوية وغير العضوية التي تحول دون إعادة الاستخدام المأمون لها في الأغراض المختلفة . وتتباين نوعية مياه الصرف الصناعي من حيث محتواها من الملوثات ؛ طبقاً لنوعية الصناعة المتولدة عنها .

إن مياه الصرف الصناعي عادة ما تحتوي علي نسبة يعتد بها من الأحماض والزيوت والشحومات التي يلزم التخلص منها قبل التوصية بإعادة الاستخدام .

ويقدر تقرير مجلس الشوري عن الموارد المائية واستخداماتها (١٩٩٠) كميات مياه الصرف الصناعي في مصر حالياً بحوالي ثلاثة أرباع مليار متر مكعب ، من المنتظر أن تتعدي المليارين في عام ٢٠٠٠ .

وبالنسبة للمياه التي تتولد عن محطات توليد القوى الكهربائية ومياه التبريد الصناعية ، فهي مياه تعتبر خالية من الملوثات العضوية وغير العضوية ، وتكاد تنحصر معالجتها - قبل إعادة الاستخدام - في غسل مياه الخزانات التي قد تحتوي علي نسبة عالية من الأحماض . وتقدر هذه الكمية من المياه في الوقت الراهن بنحو ملياري متر مكعب . ولا يحول دون إعادة استخدامها مباشرة سوي ارتفاع درجة حرارتها ؛ وهذا أمر يسهل التعامل معه تكنولوجياً .

٢- التلوث بمياه الصرف الصحي

SEWAGE LIQUID WASTES

يُهييء استخدام مياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية وسيلة فريدة لتدوير عناصر غذاء النبات والمادة العضوية في التربة؛ مما يحسن من صفاتها الكيميائية ولفيزيائية والإحيائية ، ويرفع من درجة خصوبتها . وما إن تصل هذه المواد العضوية إلى التربة حتى تتناولها الكائنات الحية الدقيقة بالتحليل ، وتعيدها سيرتها الأولى على صورة عناصر مغذية للنبات ومواد دبالية .

وتؤدي أسمدة المجاري «الحماة المخففة» نفس الدور بالنسبة لخواص التربة بيد أن تأثيرها كمحسن للتربة يفوق قيمتها كمخصب لها ؛ لأن محتواها من العناصر المغذية للنبات في صورة قابلة للامتصاص قليل نسبياً ، ويتطلب الأمر بعض الوقت حتى تتحلل وتنساب منها مثل هذه العناصر في صورة يمكن للمحاصيل النامية أن تمتصها .

وفي كل الأحوال فإن استخدام مياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية على المستوى القومي - لا شك - سيوفر مبالغ طائلة كانت تصرف في شراء المخصبات الكيميائية .

وفي الأونة الأخيرة أظهرت الممارسات العملية أن التصرف في مياه المجاري والحماة المجففة بالطرق التقليدية - مثل حفر الردم الصحي والترميد - يعتبر من الأمور الباهظة التكاليف في نطاق الأسعار الحالية ، إلي جانب أن هناك كثيرا من الشكوك المحيطة بصلاحياتها من النواحي البيئية (مثل الغازات المتولدة أثناء التكمير وعدم تيسر مساحات كافية لبناء حفر للردم الصحي . ولا يخفي علينا مدى الضرر والخسارة الناشئة من إهدار محتوى مياه الصرف الصحي والحماة المجففة من العناصر المغذية للنبات . ولا مدي الفقد في المياه الناجم من عدم تزويد الخزانات الجوفية بهذه المياه بعد أن تستوفي المحاصيل احتياجاتها منها .

ويعتبر محتوى الحماة من الأزوت هو العنصر الرئيسي المحدد لاستخدامها في الزراعة ؛ لأن إضافة محتوى عال من الأزوت إلي التربة ، يؤدي إلي زيادة كميات النترات التي تنساب إلي المياه الجوفية وتلوثها ؛ وبالتالي فمن الأهمية بمكان - عند وضع برامج استخدام الحماة في الزراعة - أن تكون معدلات الإضافة في إطار الاحتياجات الغذائية للمحصول النامي.

والعامل الثاني المحدد لاستخدامات الحماة في الزراعة هو محتواها من العناصر الثقيلة والكيماويات العضوية السامة . فعند

التركيزات المقبولة تكون العناصر المغذية الشحيحة (مثل الزنك والنحاس والكروم والموليبدنم) من العوامل الهامة في تغذية النبات والحيوان ، في حين تؤدي التركيزات العالية من الزنك والنحاس والرصاص والنيكل والكروم والكادميوم والموليبدنم والمخارصين إلي تسمم النباتات والحيوانات.

ونظراً لأن معظم هذه العناصر المغذية الشحيحة تتواجد في صورة غير ميسرة داخل السلسلة الغذائية فان قدرها - بصفة عامة - أقل كثيراً من الكيماويات العضوية التي قد تحويها مياه الصرف الصحي والحماة المجففة ، حيث تهتم حالياً كثير من البحوث -حالياً - بوضع ضوابط للمدي المأمون لتواجدها ، مع ربط هذا المدي بمعدلات الاستخدام.

وتقسم الحماة إلي ثلاثة مستويات من حيث درجة الأمان في استخداماتها الزراعية. ويشمل المستوى الأول الحماة الناتجة من نظم معالجة مياه صرف صحي خالية أو بها أقل القليل من مياه الصرف الصناعي . ويمكن استخدام هذه النوعية بأمان في زراعة أغلب المحاصيل ، وكففي إجراء رصد سنوي للتربة قبل كل موسم .

ويشمل المستوى الثاني الحماة الناتجة من نظم معالجة مياه صرف صحي بها مستوي متواضع إلي متوسط من مياه الصرف

الصناعي ، وهذه النوعية من الحمأة تستخدم فقط طبقاً لنتائج تحاليل التربة والحمأة : للتعرف علي مستوي تجمع المعادن الضارة في البيئة .

ويشمل المستوي الثالث الحمأة الناتجة من نظم معالجة مياه صرف صحي مخلوطة بغزارة بمياه صرف صناعي . وقد يمكن في بعض الأحيان استخدام هذه النوعية من الحمأة في حالة احتياطات بيئية مشددة .

ومن الموصي به كذلك رصد دوري للمياه الجوفية في المناطق التي يزعم فيها استخدام هذه النوعية من الحمأة .

والعامل الثالث الرئيسي المحدد لاستخدام الحمأة ومياه الصرف الصحي في الأغراض الزراعية هو مدي تواجد الميكروبات المرضية بها . ويمكن التخلص من هذه الميكروبات خلال عمليات المعالجة (الهضم اللاهوائي ، التجفيف الهوائي ، الهضم الهوائي ، التكمير ، إضافة الجير) .

وفي أغلب الأحيان تقتل أشعة الشمس ما قد يتبقي من الميكروبات المرضية في الحمأة أثناء فرشها فوق سطح الأرض ، إلي جانب فعل التضاد بينها وبين ميكروبات التربة . وفي هذا الصدد فقد أظهرت البحوث التي أجريت في مزرعة الجبل الأخضر بالقاهرة

أن الميكروبات المعوية الموجودة في مياه المجاري - بالرغم مما سبق - استطاعت الحياة في التربة لمدة أكثر من شهر بعد الإضافة ؛ مما يوجب توخي الحذر من انتشار الأمراض المعدية .

وقد يري البعض أن مخاطر انتشار العدوي قليلة ، بيد أنه يجب الحيلولة دون تلامس مياه المجاري والحماة مع الأجزاء التي تؤكل طازجة من المحاصيل الزراعية . وينصح بعدم زراعة المحاصيل الورقية والجذرية لمدة عام علي الأقل بعد تعرض التربة للري بمياه الصرف الصحي ، بعد ٣٠ عاماً بالنسبة لمحاصيل الرعي . ويجب إضافة الحماة إلي التربة قبل الزراعة وحرثها بها قبل ٤٨ ساعة من البذر ، وقبل ٧ أيام بالنسبة لمحاصيل الرعي .

ويوصي بضبط رقم حموضة التربة عند مستوي ٦,٥ تقرب ؛ حتي تقلل بدرجة واضحة من انسياب العناصر الثقيلة ، المحتمل تواجدها في مياه الصرف الصحي والحماة إلي السلسلة الغذائية . ويتناسب هذا المستوي من الحموضة - في الوقت نفسه - مع وجود عناصر غذاء المحاصيل في صورة ميسرة لامتصاصها من التربة. وتحدد معدلات الري بمياه الصرف الصحي في إطار متطلبات المحاصيل النامية من المياه والمغذيات ، مع مراعاة البيئة حتي لا تتلوث المياه الجوفية .

وتحدد معدلات الحمأة في إطار محتواها في العناصر الثقيلة ،
ومدي قدرة التربة والنبات علي إيجاد توازن بين محتوى وصور هذه
العناصر ، مع مراعاة عدم تراكمها إلي المستوي الضار الذي
يصعب علاجه .

ويحدد معدل إضافة الحمأة بصفة رئيسية ؛ طبقاً لمحتواها من
الأزوت ، ومدي تيسره لامتنصاص النبات . ولا يعتد في أغلب
الأحيان بتركيز الفوسفور بالحمأة في هذا الصدد ، حيث إن الأزوت
هو أكثر العناصر المغذية تغيراً قبل وبعد إضافته إلي التربة .

وعادة ما تحتوي الحمأة السائلة علي مستويات مرتفعة من
الأزوت (علي صورة أمونيا) مقارنة بالحمأة المجففة . وعند إضافة
الحمأة السائلة إلي سطح التربة (حتي ٦٠٪ رطوبة) فإن الامونيا
تنساب مباشرة إلي الهواء الجوي . في حين يؤدي حقن هذه الحمأة
في التربة إلي دفع الأمونيا في مسامها ؛ مما يزيد من استفادة
المحاصيل النامية بها .

وعند حساب كميات الأزوت الميسرة للنبات خلال العام الأول
من إضافة الحمأة نجد أن حوالي ٢٠٪ من الأزوت الكلي قد
استهلك خلال هذه الفترة . وبصفة عامة تتراوح معدلات معدنة
الأزوت (تحول الأزوت العضوي في مياه الصرف الصحي ، والحمأة

إلى أزوت معدني) بين ٣ ٪ و ٤٢ ٪ خلال العام الأول من إضافة مياه الصرف الصحي والحماة .

يبلغ تصرف مياه المجاري حالياً في القاهرة الكبرى مليوني متر مكعب لا تتلقي العلاج الكامل لقصور عمليات التنقية : إما لأنها تنقية جزئية (ترسيب ابتدائي) ، وأما لأن أحواض التنقية تتلقي ضعف سعتها التصميمية : مما يؤدي إلى صرف مياه غير مطابقة لمعايير الصرف إلى المصارف ، وبعضها ينهي إلى فرع رشيد .

ولا يجري استغلال مياه الصرف الصحي في ري واستزراع أراضي صحراوية إلا في مزرعة الجبل الأصفر في مساحة ثلاثة آلاف فدان ، ٥٠ ٪ منها يروي بمياه معالجة بالترسيب الابتدائي والباقي يروي بمياه خام .

وتقدر كمية مياه الصرف الصحي التي سيجري معالجتها في القاهرة وحدها عام ٢٠٠٠ بأربعة ملايين متر مكعب ، ستجري إعادة استخدامها بعد التنقية الكاملة والتعقيم في ري واستصلاح ٤٠٠٠٠ (أربعمئة ألف فداناً) في المنطقة الصحراوية بطريق الإسماعيلية الصحراوي وفي أبو رواش وفي حلوان .

بينما يبلغ جملة التصرف حالياً في الإسكندرية نحو ٥٠٠

ألف متر مكعب يومياً ، كان يجري صرف معظمها بمصببات قصيرة في الشواطئ المختلفة للمدينة ، والباقي يصرف مباشرة بعد العلاج الابتدائي إلى المصارف التي تنتهي إلى بحيرة مربوط ، ثم أخيراً - بعد تنفيذ المشروع العاجل - يجري توجيه معظم التصرف إلى مصرف دايري المطار ، ومنه إلى مصرف القلعة الذي ينتهي إلى بحيرة مربوط . ولا تجري إعادة استخدام مياه الصرف الصحي في ري واستصلاح أية أراض صحراوية ، وتقدر كمية مياه الصرف الصحي التي سيجري علاجها بمدينة الإسكندرية بحوالي مليون متر مكعب عام ٢٠٠٠ ، يمكن استخدامها في ري واستصلاح أكثر من ٨٠٠٠٠ فدان .

ويبلغ جملة مياه الصرف الصحي التي يجري تجميعها بشبكات الصرف الصحي في بقية المدن نحو ٢,٥ مليون متر مكعب يومياً ، وينتهي بعضها إلى عمليات تنقية ؛ إما جزئية ، وإما بواسطة علاج إحيائي بمرشحات الزلط أو الحمأة المنشطة في أحواض ، تتلقى ما يزيد على سعتها التصميمية ؛ مما يؤدي إلى صرف مياه غير مطابقة للمعايير إلى المصارف المختلفة . ولا تجري إعادة استغلال المياه في ري واستصلاح أية أراض صحراوية .

أما باقي كميات مياه الصرف الصحي - التي يمكن

استخدامها بعد تعميم شبكات الصرف الصحي وعمليات التنقية في باقي المناطق الحضرية والريفية عام ٢٠٠٠ - فتقدر بحوالي ٧,٥ مليون متر مكعب ؛ آخذين في الحسبان نقص معدلات الاستهلاك في القرى والمجتمعات الأخرى عن مثيلاتها بالقاهرة والإسكندرية . وهذه الكمية تكفي لري واستزراع حوالي مليون فدان أخرى في المناطق الصحراوية المتاخمة للمدن التي سيجري مشروعات الصرف الصحي بها ؛ أي إن جملة مياه الصرف الصحي المتوقعة عام ٢٠٠٠ تزيد علي ١٢ مليون متر مكعب يحتوي من أملاح الأزوت علي حوالي ٥٠٠ طن من الأزوت .

ويتضح من ذلك أن أكثر من ٥ ملايين متر مكعب من مياه الصرف الصحي تصب في المصارف يوميا "دون أية تنقية ؛ مما يزيد من حدة التلوث . ولا تجري إعادة استخدام المياه إلا في مزرعة الجبل الأصفر التي أنشئت منذ أكثر من ستين سنة ، وتقع بالصحراء الشرقية علي بعد ٢٥ كيلو متر شمال شرقي المدينة. والمساحة الكلية التي تروي بمياه لصرف الصحي في هذه المزرعة حوالي ثلاثة آلاف فدان ،دون الأخذ في الحسبان معايير الصحة العامة للمواطن ،ودون أخذ المقومات البيئية في الحسبان ، مما أدى إلي انتشار كثير من الأمراض بين العاملين وذويهم في هذه

المزرعة ، وما أدى إلي تراكمات للمعادن الثقيلة في الأراضي
والثمار التي تنتجها المزرعة .

٣- التلوث بمياه الصرف الزراعي

لقد اتخذت أساليب المحافظة علي الماء مناهج شتى من التطور
العلمي والتكنولوجي ؛ منها إعادة استخدام مياه الصرف الصحي ،
سواء بالري مباشرة ، أم باستعمالها بعد معالجتها أو بعد خلطها
بالمياه العذبة ؛ للوصول بها إلي درجة الصلاحية المناسبة .

ولا تعتبر فكرة إعادة استخدام مياه الصرف والمياه المنخفضة
الجودة بصفة عامة (المياه الجوفية ... إلخ) من الأفكار الجديدة علي
التجربة المصرية في الزراعة والري ؛ فعلي سبيل المثال قام المهندس
المصري بإعادة جميع مياه مصارف الوجه القبلي المكشوفة إلي نهر
النيل ؛ حيث يفوق التصرف الكبير للنهر تصرف هذه المصارف
بشكل واضح، ولم يؤد ذلك إلي زيادة تذكر في نسبة الأملاح في
نهر النيل فقد أكدت الأبحاث والدراسات التي أجريت علي نوعية
مياه النهر أن نسبة الأملاح الذاتية عند أسوان تتراوح بين ١٨٠
و ٢٠٠ جزء في المليون ، بينما تتراوح هذه النسبة عند القناطر
الخيرية بين ٢٣٠ - ٢٥٠ جزءا في المليون ، في الوقت الذي أدى

فيه انسياب مياه المصارف إلي النهر إلي اكتساب $3.7 \times (1.0)^9$ م^٣ من المياه سنوياً .

وقد كانت بعض التجارب الرائدة في الوجه القبلي (مثل استخدام مياه مصرف المحيط الغربي في تغذية بحر يوسف في الفترة بين فبراير ويوليو ، واستخدام مياه عديد من المصارف في الري مباشرة أو بخلطها بمياه الترعى) خير دليل علي أن استخدام مياه المصارف هو أحد الحلول العملية لتدبير موارد إضافية .

كذلك قامت المؤسسة المصرية لاستغلال وتنمية الأراضي المستصلحة باستخدام مياه الصرف في استصلاح الأراضي ، وخصوصاً الأراضي الملحية والجيرية . وتوجد تجارب رائدة في هذا السبيل في منطقة صان الحجر بشرقي الدلتا في مساحة (١٦,٠٠٠) ستة عشر ألف فدان .

ونظراً لأن شبكة الري في دلتا نهر النيل تتكون من قنوات مكشوفة (بطول ٣٥,٠٠٠ كيلومتر) غير مبطنة فقد تسربت بعض هذه المياه إلي باطن الأرض ، ومنها إلي شبكة المصارف ، وربما تسرب مباشرة إلي شبكة المصارف ؛ نتيجة عدم دقة التحكم فيها ، بالإضافة إلي الإسراف في استخدام المياه علي مستوى الحقل ؛ لذلك فإن هذه العوامل - مجتمعة أو متفرقة - تؤدي إلي

زيادة نسبة الفواقد من مياه الري ، وينتهي بهذه الفواقد إلى شبكات الصرف ، ويتتج من ذلك أن يصل إجمالي كمية مياه الصرف إلى أكثر من ٤٥٪ من كميات مياه الري التي تمر خلال قناطر الدلتا خلال السنوات (١٩٦٠-١٩٨٢) .

ومن هنا فإن إعادة استخدام مياه الصرف في مناطق الدلتا والفيوم تفرض نفسها علي الواقع المصري كمصدر أساسي من مصادر الثروة المائية ؛ وهي سياسة سبق أن اتبعتها عديد من البلاد؛ كالولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا ، وباكستان ، وغيرها من الدول .

ومما لا شك فيه أن الري بمياه الصرف يختلف في طبيعته عن الري بالماء العذب ؛ حيث قد يؤدي تراكم الأملاح في التربة إلى الإضرار بمكوناتها وتدهور إنتاجيتها ؛ ومن هنا فإن استخدام مثل هذه المياه يحتاج إلى عديد من الدراسات والأبحاث في مجالات تنظيم استخدام الأراضي والمياه ، وانتقاء التركيب المحصولي والدورة الزراعية الملائمة .

وقد بدأت وزارة الري في إجراء قياسات دورية لكميات ونوعيات المياه في مجموعة من النقاط الثابتة علي محطات الصرف والمصارف ؛ بهدف استخدامها في ري ٨ ، ٢ مليون فدان من

الأراضي المزمع استصلاحها حتي عام ٢٠٠٠ .

وقد أمكن تحديد مصادر مياه الصرف اللازمة لري مساحة حوالي ٧٥٠ ألف فدان موزعة علي مناطق شرق وغرب ووسط الدلتا وسيناء ، المقترح استصلاحها خلال سنوات الخطة ١٩٨٤-١٩٨٨ ، كما تم تدبير مياه الري العذبة اللازمة : بناء علي نسبة الخلط التي تختلف حسب نوعية مياه الصرف .

الظروف الحاكمة لإعادة استخدام مياه الصرف

الزراعي في الري

أصبحت إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في أغراض الري واستصلاح أراضي جديدة في مصر ضرورة تفرضها الحاجة إلي تعظيم الإنتاج الزراعي رأسياً وأفقياً؛ لمجابهة الاحتياجات المضطردة للزيادة المستمرة في تعداد السكان .

والواقع أن هذا الاستخدام موجود فعلاً . وبدأ منذ سنوات عديدة بالقانون رقم ١٢ لسنة ١٩٨٤ . وقد حظرت المادة ٤٨ في القانون استخدام مياه الصرف في أغراض الري إلا بترخيص من وزارة الري طبقاً للشروط التي تحددها .

ولما كان المستهدف في المشروعات الزراعية أن تكفل إدارتها

الإنتاجية المتواصلة للأجيال المتعاقبة دون تدهور أو إهدار فلابد من أن نأخذ في قمة في الحسبان - نتائج الدراسات العديدة في مصر والعالم ، وكذلك الخبرة المكتسبة من تطبيق استخدام مياه غير عذبة في الري بالمناطق الجافة ، وكلها تشير إلي عدة حقائق : أهمها ما يلي :

- إن الري المستمر (في غيبة كمية أمطار مؤثرة) يؤدي إلي تراكم الأملاح في المجال الجذري للنبات ، حتي لو كانت مياه الري عذبة ، ويتعجل الأثر تحت ظروف المناخ الجاف .

- درجة تركيز الأملاح الذائبة في محلول التربة حول جذور النبات أكبر بحوالي مرة ونصف قدر تركيزها في مياه الري المستخدمة .

- تحقيق زيادة مؤثرة في الإنتاج الزراعي بالمناطق الجافة تحت الري المستديم تبعاً لمدي كفاءة شبكة الصرف وتطبيقات الري السليمة .

- تتميز بعض أنواع التربة بصفات تقلل من معدل تأثيرها - وبالتالي تأثر النبات النامي عليها - بملوحة مياه الري . وتختلف النباتات من حيث تأثيرها بملوحة التربة ، وكلها - أي المحاصيل الحقلية والبستانية - تعطي إنتاجاً أعلى إذا رويت بمياه غير

ملحية .

- تختلف المعاملات الزراعية - خصوصاً الري والتسميد -
تحت الظروف المالحة عنها تحت الظروف الطبيعية غير المالحة .

- المعايير المطبقة في بلدان أو مناطق أخرى يمكن الاسترشاد
بها فقط ؛ ولكن يجب استنباط وتقنين معايير ملائمة تتبع من
ظروفنا الموجودة في مصر .

- إن الأثر العكسي - لاستخدام المياه المالحة في الري علي
التربة والنبات - أثر تدريجي لا يظهر إلا بعد عدة سنوات ، تطول
أو تقصر تبعاً لما يتخذ من إجراءات سلمية للتحكم في خفض تراكم
الأملاح ؛ بإضافة مقننات النسيل ، وبالصرف الجيد تحت نظام
الري السطحي .

- إن ما يبدو ظاهرياً من أن استخدام مياه الصرف حالياً في
بعض المواقع يؤدي إنتاجاً طيباً يرجع إلي أن هذه المياه تحتوي علي
نسب عالية من الأسمدة الأزوتية ؛ يقدرها البعض بحوالي ٤٠٪
من كمية الأسمدة الأزوتية المضافة .

- لقد انتهي تقريباً عصر استصلاح الأراضي لتناسب نوعاً
معيناً من المحاصيل ، وأصبح الاتجاه السائد هو اختيار النباتات
والمحاصيل التي تلائم مجموعة معينة من ظروف التربة والمياه

والمناخ .

وفي مصر توجد ظروف لاهد من أخذها في الحسبان عند التخطيط لإعادة استخدام مياه الصرف عموماً في الري : نذكر منها ما يلي :

- تزداد درجة الحرارة وتركيز الأملاح في مياه شبكة الري (خصوصاً في الدلتا) تدريجياً منذ أواخر الستينيات : وذلك نتيجة لإجراءات تأمين متطلبات التنمية الزراعية من مياه الري ، وكذلك بسبب نفايات التوسع الصناعي والعمراني .

- لقد اختلطت مياه شبكتي الري والصرف خصوصاً في الدلتا حتي أصبحت واقعاً يصعب تعديله أو إلغاؤه في المدى القصير .

- مياه الصرف الحالية تختلط طبيعياً بنسب متفاوتة من مياه الري : تبعاً لمدة حسن استخدام المزارعين لمياه شبكة الري .. وطبيعي أن تنفيذ مشروعات ضبط وإحكام توزيع مقننات الري سوف تغير من مياه المصارف الزراعية كماً ونوعاً في المستقبل .

- لم تعد صلاحية مياه الصرف مرتبطة فقط بمحتواها الملحي ، وإنما أيضاً بتركيزات المعادن الثقيلة الضارة : نتيجة لتلوثها بنفايات الصرف الصناعي والصرف الصحي والمبيدات .

المشاكل التي تنجم عن إعادة استخدام مياه

الصرف

من غير الممكن عملياً إعادة استخدام جميع مياه الصرف المتاحة . ويجب التخلص من جزء من هذه المياه بتركها تنساب إلى البحر أو البحيرات . ومن الواجب أن تستنيط خطة إعادة استخدام هذه المياه من خلال الميزان المائي والملحي المتكامل للمنطقة التي هي تحت الدراسة .

أظهرت الدراسات أن المعدل المتوسط لمياه الري عند القناطر هو ٦ مم/يوم ، في حين يبلغ متوسط مياه الصرف حوالي ٣ مم/يوم ، أي إن الاستهلاك الفعلي للبخر والنتح هو ٣ مم/يوم ؛ وهو يقل بكثير عن جهد البخر والنتح ؛ الذي يتراوح بين ٤.٥ و ٥ مم/يوم ؛ ويعني ذلك نقصاً في الإنتاج المحصولي ؛ إلا أن قيمة هذا النقص لا تبدو كبيرة ؛ نظراً لأن النباتات تحصل على جزء من احتياجاتها عن طريق السحب من خزان المياه تحت سطحية ؛ مما يتسبب في زيادة نسبة الأملاح في التربة ؛ حيث تتبخر المياه وترسب الأملاح في منطقة الجذور ، ويتطلب الأمر - بالتالي - غسلاً مستمراً .

وترتبط كمية ونوعية مياه الصرف في واقع الأمر بحركة المياه والأملاح داخل التربة ، سواء أكان ذلك رأسياً أم أفقياً أم إلي أسفل أم إلي أعلى ، وكذلك بكمية البخار والتتح من النباتات إلي الجو الخارجي ؛ وبذلك يجب أن تكون خطة استخدام مياه الصرف مرتبطة بالدراسة العامة للميزان المائي والملحي للمناطق .

تبذل في الوقت الحالي لترشيد استخدام مياه الري - من خلال تبطين قنوات الري - جهود مكثفة بالمواد المختلفة ؛ لتقليل كمية الرشح منها إلي الأراضي الزراعية المجاورة ، وتقليل التسرب من بوابات الأعمال الصناعية بزيادة كفاءة الري علي مستوي الحقل . وسوف يؤدي هذا النظام بالضرورة عند تطبيقه إلي تقليل كمية مياه الصرف ، وزيادة نسبة الأملاح الذائبة بها ، ولذلك فان أي برنامج لإعادة استخدام مياه الصرف يجب أن يرتبط ببرنامج متكامل لدراسة أي تغير قد يحدث في كمية ونوعية مياه الري ، وكذلك الأنواع المختلفة للتربة والمحاصيل .

يتضح من الدراسات التي تمت علي توزيع مياه الري علي مدار السنة أن معظم الأراضي المصرية تأخذ ما يزيد علي حاجتها من المياه خلال شهور الشتاء والربيع والحريف ، بينما يكون معدل التغذية خلال شهور أقصى الاحتياجات (يونيو - يوليو - أغسطس)

أقل من الاحتياجات الفعلية للنبات . ومن الجائز أن يكون مستوى الكفاءة العامة لشبكة الري مرتبطاً بهذه الظاهرة ؛ حيث تتراكم الأملاح في التربة خلال شهور أقصي احتياجات ، ثم يتم التخلص من هذه الأملاح بالفسيل خلال فترات أقل الاحتياجات ؛ وبناء علي ذلك فقد وصلت نسبة الأملاح في التربة ومياه الصرف إلي مرحلة تقارب الاتزان الذي سيختل حتماً إذا حدث تغير مفاجيء في أحد العناصر المتداخلة أو بعضها أو كلها . ويحتاج الري بالمياه ذات النوعية المنخفضة الجودة إلي التحكم الكامل في التزويد بالمياه ؛ لأنه بعد الري يمثل هذه المياه يتبخّر الماء إلي الجو الخارجي ، في حين تترسب الأملاح في منطقة الجذور أو علي سطح التربة ؛ مما يحتم أن تكون التربة في منطقة الجذور مبتلة بصفة دائمة .

وقد يستدعي الأمر استخدام نظم الري الحديثة والري بالتنقيط علي وجه التحديد ؛ حيث إن الري بالرش يؤثر علي سلامة أوراق النباتات في التحكم في كمية مياه الري في حالة استخدام الري السطحي ، كذلك يمكن التغلب علي هذه المشكلة باستخدام عدد معين من الريات لكل محصول حسب قوة تحمله من المياه المنخفضة الجودة مقابل عدد آخر من الريات بالمياه العذبة وهكذا .

وإذا كانت نسبة الأملاح بالتربة عالية وتزيد - بصفة

عامة - علي نسبة الأملاح في المياه فان الري بالمياه المنخفضة الجودة لا يسبب أية مشاكل حقيقية ، ومع ذلك يلزم - في هذه الحالة - متابعة تطور نسبة الأملاح في التربة مع الزمن؛ فقد تؤدي زيادة نسبة الصوديوم الي تدهور التربة .

وعموماً فان استخدام المياه المنخفضة الجودة يعتبر من الأمور التي تحتاج إلي دراسات متنوعة تجمع بين نوعية المياه والتربة والمحاصيل المختلفة ؛ بما يحقق اختيار المحصول المناسب والحصول علي أعلي عائد ممكن ، والتحكم - في الوقت نفسه في تدهور التربة ؛ بسبب زيادة نسبة الأملاح بها .

ومن الصعوبات التي تقابل مشروعات إعادة استخدام مياه الصرف أيضاً أن هذه المياه قد تكون متاحة في مواقع يصعب عند استخدامها عدم وجود الأراضي التي يمكن ريها بها ، ويلزم في مثل هذه الحالات المقارنة بين التكاليف الباهظة لنقل المياه من مكان إلي آخر خلال خط مواسير مغلق أو قنوات مكشوفة والعائد الاقتصادي من الري بهذه المياه ، إلي جانب أن وقوع معظم المصارف في مناطق منخفضة المنسوب يستوجب رفع المياه إلي مناسيب أعلي لخلطها بالمياه العذبة أو لاستخدامها مباشرة في ري الأراضي الزراعية المرتفعة المنسوب . وفي جميع الحالات تتحكم

اقتصاديات إنشاء محطات تلمبيات الرفع وتكاليف إدارتها في
جدوي مثل هذه المشروعات .

إلا أنه يجدر القول بأن الحاجة الملحة إلى قطرات المياه في
مشروعات التوسع الأفقي والرأسي الزراعية - والتي لا غني عنها
ولا بديل لها في جمهورية مصر العربية ؛ حيث يعيش السكان
علي ٤٪ فقط من المساحة الإجمالية للقطر - تجعل من إعادة
استخدام مياه الصرف برغم كل المشاكل التي قد تقابل تنفيذه
مشروعاً حيويّاً يستحق بذل كل مجهود فكري ومادي لوضعه موضع
التنفيذ .

- تبلغ تصرفات مياه الصرف من جميع أنحاء دلتا النيل
ومساحتها حوالي ٤,٥٥١,٠٠٠ فدان (متضمنة منطقة النوبارية
ومساحتها ٢٨٠ ألف فدان) حجماً قدره ١٤,٣٥٠ مليار م^٣ عام
١٩٨٨. يعني هذا الرقم انخفاضاً قدره ١١٪ في المتوسط من
مساحة الدلتا بالمقارنة بعام ١٩٨٧ .

- خلال عام ١٩٨٨ أعيد - بصفة رسمية - استخدام ما لا
يقل عن ٢٣٧٠ مليون م^٣ من هذه المياه ؛ بمتوسط ملوحة يبلغ
٣/١٠٤٥ م .

- بلغ مجموع الحجوم التي أطلقت إلى البحر الأبيض المتوسط

أو إلى البحيرات الشمالية المتصلة مباشرة بالبحر ١١٩٨٠ مليون
 م^٣ بمتوسط تركيز أملاح قدره ٢٥٢٧ جم/م^٣ .

- ومن الوجهة النظرية فإن حجوم مياه الصرف المتيسرة لإعادة
 الاستخدام في شبكة الري هي كما يلي :

* ١,١ مليون م^٣ مياه صرف ملوحتها ١٠٠٠ جم/م^٣ .

* ٢,١ مليون م^٣ مياه صرف ملوحتها ١٠٠٠ - ١٥٥٠٠
 جم/م^٣ .

وتتلخص بيانات التصرف والحمل الملحي لمياه المصارف من
 منطقة الدلتا - والتي تصب إلى البحيرات الساحلية أو البحر
 المتوسط خلال عام ١٩٨٨ - كما هو موضح بالجدول (١١)

جدول (١١): الحمل الملحي لمياه المصارف من منطقة الدلتا.

منطقة الدلتا	التصرف	تركيز الاملاح	الحمل الملحي
شرق الدلتا	٣١٨٢	١١٢٧	٥٨١٥
وسط الدلتا	٤٣٦١	٢٤٣٠	١٠٥٩٩
غرب الدلتا	٤٤٣٧	٣٣٨٧	١٥٠٢٦
المجموع	١١٩٨٠		٣١٤٤٠

ويوضح الجدول (١٢) مزيداً من التفاصيل بشأن مستويات تركيز الأملاح في مياه المصارف المعروضة أعلاه

جدول (١٢): تركيز الاملاح في مصارف الدلتا المختلفة.

تركيز الاملاح جم/م ^٣	شرق الدلتا مليون م ^٣ /عام	وسط الدلتا مليون م ^٣	غرب الدلتا مليون م ^٣	المجموع مليون م ^٣
اقل من ١٠٠٠	٦٢٣	٢٨٣	٢٠٠	١١٠٦
١٠٠٠-١٥٠٠	٨٩٤	٧٨٢	٢٣٠	١٩٠٦
١٥٠٠-٢٠٠٠	٩٢٢	١٨٣٢	١٢٩١	٤٠٤٥
٢٠٠٠-٣٠٠٠	٣١٠	٢٧٣	٨٠٢	١٣٨٥
اكثر من ٣٠٠٠	٤٣٣	١١٩١	١٩١٤	٣٥٣٨
المجموع	٣١٨٢	٤٣٦١	٤٤٣٧	١١٩٨٠

إن شبكة الصرف الرئيسية لبحر البقر قد صبت ٧٧٣ مليون م^٣ من مياه الصرف بملوحة قدرها ١٦٠٠ جم/م^٣ في بحيرة المنزل .

وهذه المياه ملوثة جداً بمياه الصرف الصناعي والصحي ، وتعتبر غير صالحة لإعادة الاستخدام .

ويضع معهد بحوث الصرف مركز البحوث المائية الخطط
التنفيذية لاستخدام مياه الصرف الزراعي حتي عام ٢٠٠٠ : طبقاً
للتقارير العامة التالية :

منطقة شرق الدلتا :	٢٠٠٠ مليون م٣ .
منطقة وسط الدلتا :	٨١٠ مليون م٣ .
منطقة غرب الدلتا :	١٤٥٠ مليون م٣ .
منطقة الفيوم :	٣٩٠ مليون م٣ .
المجموع	٤٦٥٠ مليون م٣ .

في ضوء ما ينتظر أن تعانيه مصر من عجز في المياه الجيدة نتيجة
حتمية استمرارية التوسع الزراعي ، مع ثبات حصتنا من مياه
النيل إلي أن نتمكن من تدبير موارد إضافية من أعالي النيل فقد
أصبح من المتوقع الاضطرار إلي التوسع في إعادة استخدام مياه
الصرف الزراعي في الري ، واستعمال المياه الجوفية المالحة وأية

نوعيات أخرى من المياه الأقل جودة .

تعتمد استراتيجية وزارة الأشغال العامة والموارد المائية - فيما يختص بتوفير المياه اللازمة لري الأراضي الجديدة حتي عام ٢٠٠٠ - علي إعادة استخدام مياه الصرف الزراعي في حدود ٧ مليارات م^٣ ؛ بما في ذلك المستخدم حالياً ؛ وهي مياه لا تتجاوز درجة ملوحتها ٢٠٠٠ جزء في المليون .

وقد تضرطنا الحاجة - خاصة بعد عام ٢٠٠٠ -إلي التوسع - ولو مرحلياً في استخدامات مياه الصرف ؛ واللجوء الي مياه مصارف ذات تركيزات أعلي إذا لم تستكمل مشروعات أعالي النيل . إلا أنه نتيجة الارتفاع بكفاءة الري الحقلية فسوف تتعرض مياه الصرف الزراعي للتناقص التدريجي ؛ نتيجة للترشيد والتطوير ، مع ارتفاع ملوحتها إلي ما قد يقترب من ٣٠٠٠ إلي ٥٠٠٠ جزء في المليون .

وتتضمن سياسة وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي التركيز علي دراسات تحمل المحاصيل المختلفة للملوحة عن طريق المعاهد البحثية التابعة لها (معهد بحوث الأراضي ومعهد المحاصيل بمركز البحوث الزراعية ومركز بحوث الصحراء) ، علاوة علي ما يتم في هذا المجال من بحوث بالجامعات وغيرها من أجهزة البحث العلمي .

ومن الجدير بالذكر أن إلقاء مياه الصرف الصحي دون معالجة - وما تحتويه من ملوثات عضوية وكم هائل من البكتيريا والفيروسات ، ومن عوادم الصناعة بما تتضمنه من معادن ثقيلة - في المصارف الزراعية - تقلل من قابليتها للاستخدام المأمون في مجال الزراعة ، وهو ما يلزم حسمه .

يبدى البعض تخوفهم من تأثير استمرارية استخدام مياه الصرف وما تحتويه من أملاح لعدة سنوات ، والتأثير التراكمي لذلك علي خصوبة التربة ، خاصة في الأراضي الطينية بالدلتا ؛ مما يتطلب إجراء دراسات وبحوث للمفاضلة بين :

* تخصيص المياه العذبة للأراضي القديمة الطينية تفادياً لأضرار المياه المالحة ، وتوجيه مياه الصرف مع فائض المياه العذبة للأراضي الجديدة الصحراوية ؛ لاستخدامها بحالتها دون خلط مع غسيل الأرض بمياه عذبة ؛ لإزالة ما يتراكم من الأملاح أو استخدامها بعد خلطها .

* أو استخدام مياه الصرف - بعد خلطها بالمياه العذبة - الي الأراضي القديمة والجديدة علي حد سواء .

ويلزم أن تتضمن الدراسات مدي إمكانية تنفيذ البديل الأول عملياً والتكاليف اللازمة .

نستخلص مما تقدم أن كميات ونوعيات مياه الصرف الزراعي حالياً في مصر تختم إعادة استخدامها ، وخصوصاً في الري الزراعي - علي نطاق أوسع مما هو عليه الآن مع الأخذ في الحسبان المحاذير والاجراءات الفنية التي تصاحب هذا الاستخدام ، حتي يتحقق أكبر عائد اقتصادي منه .

إن التطور الحديث في تكنولوجيا الهندسة الوراثية يفتح مجالات واسعة لاستفادة أكثر من هذه الموارد .

الامطار الحمضية

ينشأ المطر الحامضى Acid Rain* من تفاعل أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين المنبعثة من المصانع فى الهواء الجوى أو إطلاق بعض الظواهر الطبيعية كالبراكين . وتكون هذه الأكاسيد أحماضاً ، فيصبح المطر حمضياً عندما يتفاعل مع ثانى أكسيد الكربون فى الجو ، ليكون حمض كربونيك. وللحامضية الضعيفة للمطر العادى فائدتها ، فهي تساعد على إذابة المعادن فى التربة وتجعلها صالحة لحياة النبات والحيوان ، ولكن إذا زادت الحامضية علي المستوى الطبيعى - نتيجة لتدخل الإنسان - تظهر للمطر آثار تدميرية.

وتكمن خطورة المطر الحمضى فى إفساد الثروة السمكية عند ترسبه فى البحيرات العذبة. وأكثر الدول تضررا منه البلاد الإسكندنافية التى تستقبل بحيراتها الأكاسيد الناشئة فى ألمانيا وغربى أوروبا وبريطانيا. كما أن كثيرا من الأجزاء الشمالية فى الولايات المتحدة تتعرض لآثار المطر الحمضى الخطرة ؛ حيث تعتبر محطات توليد القوى هى المسئولة أساساً عن تلوث الهواء بالأكاسيد.

الآثار السلبية للأمطار الحمضية على البيئة:

تتركز معظم التأثيرات السلبية للمطر الحمضى على المياه فى الأنهار والبحيرات ؛ فعندما تزداد حامضية الماء يتأثر إنتاج السمك وينقص الكالسيوم فى هياكله . ويذكر فى هذا الصدد أن عديد من الأنهار فى أوروبا وكندا وأمريكا فقدت أسماكها تماما ، نتيجة للمطر الحمضى الذى يلوئها. وتقوم السويد - لمجابهة هذا الوضع - بصب الجير فى بعض البحيرات لى تعادل الحموضة فيها. ويسهم المطر الحمضى فى إنتاجية الغابات؛ حيث تحدث ظاهرة تعرف بـ « الموت الخفى » تتمثل فى أشجار ، جنورها جافة ،

وفروعها وأزهارها هشة . ولقد عزت الأبحاث - فى ألمانيا
والسويد وكندا - هذا الموت إلى حامضية المطر.

للمطر الحمض تأثيرات تآكلية على المباني والآثار والمعادن
وطلاء السيارات لدرجة تقفل مشكلة اقتصادية.

وتسبب الأمطار الحمضية أيضاً تآكل أوجه التماثيل الحجرية
والمعابد كمعبد الكرنك ، وغيره من آثار قدماء المصريين.
كما تسبب إذابة القشرة الذهبية للكنائس المبنية فى القرن
السادس عشر.

يمكن أن يهدد المطر الحمضى صحة الإنسان من خلال دوره
فى تضخيم مشكلة المعادن الثقيلة، فهو يذيب هذه المعادن،
ويحولها إلى صورة سمية أكثر ضرراً، ويصرف إلى المياه التى
تكون فى متناول الإنسان.

مطابع
الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ١٩٩٩/١٠٢٥٦

I.S.B.N 977 - 01 - 6333 - 3

رقم الإيداع (٩٤ / ٨١٦٢)
I . S . B . N 977 - 258 - 066 - 7

طبع بمطابع فرست
٧ في عمر بيكر - مصر الجديدة ت : ٧٤٧.٧٦٦

كتب الدار العربية للنشر والتوزيع

- ♦ سلسلة بذاترة المعارف البيئية
- المنهج الإسلامى لعلاج تلوث البيئة
- كيف تحمى أسرتك من الإصابة بالفشل الكلوى والكبدى والسرطان
- تلوث الهواء
- تلوث المياه العذبة
- إغتيال البحر الأبيض المتوسط
- تلوث البيئة الزراعية
- الربيع الصامت
- تلوث التربة الزراعية المصرية
- القمامة
- تلوث المواد الغذائية
- تلوث المحيطات والبحار
- تلوث البيئة وتغير مناخ العالم
- تلوث البيئة والأمن الدولى
- المحميات الطبيعية
- تلوث البيئة - عدو العصر
- وسائل حماية البيئة
- المحيط الحيوى
- منظمات البيئة
- إغتيال مدينة
- التنمية والبيئة
- النفايات الخطرة
- التعليم البيئى
- التشريعات البيئية .
- لدار مجموعة أخرى من الكتب فى كل من المجالات الآتية :**
- العلوم الزراعية (المحاصيل والخضر - البساتين - النبات - التربة والأراضى - الإقتصاد الزراعى - الإنتاج الحيوانى - الحيوان - الحشرات
- الميكروبيولوجى - الوراثة - علم وتكنولوجيا الأغذية - التغذية).
- فى العلوم التطبيقية (العلوم الهندسية) .
- العلوم البحتة (الكمبيوتر - الطبيعة) .
- العلوم الاجتماعية (التربية وعلم النفس)
- كتب أخرى فى مجالات عديدة تقوم الدار بتوزيعها.